MANUAL DE FISCALIZAÇÃO
OBRAS
EM
VIAS RURAIS

MANUAL DE FISCALIZAÇÃO DE

OBRAS EM VIAS RURAIS

ASSESSORIA DE GESTÃO ESTRATÉGICA PARA RESULTADOS – ASR

NÚCLEO DE INOVAÇÃO E PESQUISAS – NIP

DIRETOR GERAL – JOSÉ ÉLCIO SANTOS MONTEZE

VICE DIRETOR GERAL – FERNANDO ANTÔNIO COSTA JANNOTTI

DIRETOR DE INFRA ESTRUTURA – HAROLDO CARLOS DA COSTA

DIRETOR DE PROJETOS – MARCOS ANTÔNIO FRADE

DIRETOR DE OPERAÇÃO DE VIA - LUIZ ALBERTO DIAS MENDES

ASSESSORIA DE GESTÃO ESTRATÉGICA PARA RESULTADOS – CAMILLO FRAGA REIS

NÚCLEO DE INOVAÇÃO E PESQUISAS – MARIA SELMA FREITAS SCHWAB

1ª EDIÇÃO

GRUPO DE TRABALHO:

Engº André Luis Cairo de Azevedo – DI

Engº Betônio Osório Marcos Franco – DP

Engº César Augusto Rodrigues da Silva - DI

Engº Divino Caixeta – DI

Engº Max Antônio Fonseca Parreira – DI

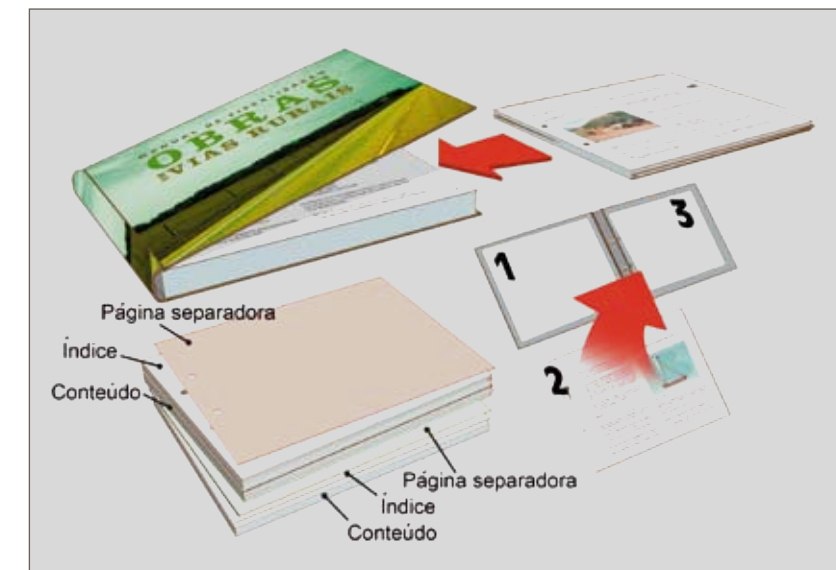
Relatora

Engª Maria de Fátima Amazonas – ASR / NIP

Belo Horizonte – 2008

Como usar este Sistema de Refências

Este sistema de referências foi criado para oferecer informações sobre diversos temas e permite constantes atualizações. Para isso, utiliza a encadernação tipo colecionador que permite a inserção de novas seções e capítulos.

Você receberá periodicamente novos conteúdos com instruções sobre onde o material deve ser inserido. Esses novos capítulos serão acompanhados de fichas separadoras, indicando que se trata de uma nova seção com novos índices e novos temas.

Com este sistema de informação você terá, não apenas um manual com várias seções, mas vários manuais abordando diversos assuntos, devidamente separados e organizados por índices específicos.

O objetivo desta iniciativa é permitir que você tenha em mão os dados, as normas e os procedimentos necessários ao desempenho de suas funções. Para isso, outros índices já estão em produção.

Para esclarecer quaisquer dúvidas, pedir novos exemplares ou fazer sugestões, entrar em contato com:

____

____

O objetivo deste manual é estabelecer os padrões técnicos mínimos, absolutamente essenciais ao trabalho de fiscalização de obras em vias rurais. O conteúdo foi baseado em estudos de especialistas e serviram de referência os seguintes documentos:

- Roteiro para Fiscalização
  Engº Manuel Elias Aguiar - DER/MG 1974

- Especificações Gerais de Obras Rodoviárias – DNIT

- Recomendações Técnicas - DER/MG

- Manual de Pavimentação – DNIT

- Pavimentação Asfáltica – Programa Asfalto na Universidade

Os órgãos rodoviários contratam o serviço de empresas particulares. No desempenho dessa função, tais empresas são conhecidas como *empreiteiras* e, neste manual, são designadas também como a *Contratada* ou o *Empreiteiro*.

Uma vez contratadas, as empresas são fiscalizadas pelos órgãos rodoviários, segundo as especificações, normas técnicas, administrativas e as cláusulas contratuais vigentes. O trabalho de fiscalização é exercido por um grupo de técnicos chamado de Equipe de Fiscalização. Essa fiscalização deve estabelecer, de comum acordo com o Empreiteiro, um **Plano de Trabalho** que possibilite a conclusão de trechos contínuos, incluindo todos os serviços complementares prontos e em condições de tráfego permanente. A liberação do tráfego permite que se observe o comportamento do pavimento. No caso de alguma deficiência, é possível antecipar a sua correção analisando a causa do problema.

Diário de Ocorrências

Deve ser mantido no canteiro de obras um **Diário de Ocorrências**, fornecido pela Diretoria de Infraestrutura do DER/MG, (artigo 89 – Dec-73.140 de 09 de novembro de 1973). Nesse diário devem ser registradas todas as ocorrências, todos os ajustes quanto à solução de problemas, todas as observações e todas as recomendações específicas da Fiscalização. Também devem ser lançados todos os assuntos relativos às relações de trabalho envolvendo a Fiscalização e a Empreiteira. O diário será mantido sob responsabilidade da Empreiteira em seu escritório local e, à medida que suas folhas forem sendo preenchidas, devem ser cronologicamente numeradas, datadas e rubricadas pelo Engenheiro Fiscal e pelo Engenheiro preposto do Empreiteiro. Essa exigência está prevista no DECRETO Nº 73.140, ART. 89, CAPÍTULO IV, de 09/11/73.

A Fiscalização deve acompanhar as datas de entrega das notas de serviço, o valor contratual e os prazos, tomando em tempo hábil as providências regulamentares.

Apesar da natureza das responsabilidades, as funções do Fiscal e a do Empreiteiro não são antagônicas ou mesmo divergentes. As tarefas de cada parte devem ser exercidas em cooperação e perfeita sinergia de esforços visando ao mesmo objetivo: a constante busca das melhores soluções técnicas e econômicas para a execução da obra conforme o projeto. Essa meta deve levar sempre em consideração as especificações e o cronograma existentes. A Fiscalização não deve ser um obstáculo, mas um facilitador do processo. O Fiscal deve observar, analisar, sugerir e exigir nos limites

de suas funções. Visando sempre à melhor solução, o fiscal deve ter um cuidado especial nos casos em que existam problemas decorrentes de imprevisão de projeto, situação esta que exigirá dele atenção às especificações. O Contrato tem como objetivo especificar os padrões técnicos da obra e garantir uma boa relação entre Fiscal e Empreiteiro a fim de facilitar o andamento do trabalho.

É importante ressaltar que, em uma etapa preliminar, Fiscal e Empreiteiro devem estudar em todos os seus pormenores: o projeto, as normas técnicas (vide www.der.mg.gov.br), as especificações da obra, o edital e as cláusulas contratuais. A análise criteriosa desses tópicos é fundamental para a execução segura do serviço. Uma boa Equipe de Fiscalização é aquela que consegue um serviço de boa qualidade sem prejuízo da produção. Ao longo de todo o processo, a equipe deve colaborar - sem ser transigente - , observando todas as especificações vigentes. Em resumo, a boa Equipe de Fiscalização deve ter em foco as características apresentadas no quadro a seguir.

FASE DO TRABALHO	DEVERES DA FISCALIZAÇÃO
PLANEJAMENTO	Ser claro. Ser objetivo. Conhecer bem o Projeto, as Especificações, as Normas, as Instruções e o Contrato. Antecipar os problemas que possam surgir.
INSTRUÇÕES	Ser claro, preciso e conciso. Emitir as ordens por escrito. Respeitar a hierarquia da empreiteira. Evitar atrasos.
EXECUÇÃO	Não deixar faltar elementos, para não prejudicar a produção do Empreiteiro. Manter Controle de Qualidade. Manter-se entrosado com o Empreiteiro. Atuar com segurança e autoridade, sem ser autoritário. Ser ético.
FISCALIZAÇÃO	Manter equipe de pessoal capaz e em quantidade necessária e suficiente. Ter cortesia e desenvoltura. Ter conhecimento técnico. Manter registros. Controlar periodicamente os serviços executados, de forma a ser possível prever o que se medirá ao final do mês.
MEDIÇÃO	Medir com precisão. Exigir o acompanhamento pelo Empreiteiro. Cumprir os prazos determinados.

Tarefas do Engenheiro Fiscal na fase inicial

Ao assumir a fiscalização de uma determinada obra, o Engenheiro Fiscal deve ter as cópias do Projeto, do Edital, do Contrato e da Composição de Preço Unitário apresentados pela Empreiteira. De posse do projeto, ele deve percorrer todo o traçado da via, verificando se as possíveis interferências foram cadastradas. Para reduzir custos, o Engenheiro Fiscal deve analisar também as alternativas de traçado, comunicando o fato à Diretoria de Projetos. Para isso, ele deve observar os seguintes aspectos:

- Trechos alagadiços em locais assoreados ou de turfa;
- Trechos com rocha aflorada e região de tálus;
- Trechos em meia encosta com sinais de deslizamento e queda de barreiras;
- Trechos com nascentes de água nas proximidades do eixo;
- Trechos cuja diretriz se mantém próxima ou paralela a cursos d'água.

O Engenheiro Fiscal deve examinar todos os talvegues e travessias de cursos d'água, de modo a detectar possíveis transposições de água sobre a pista existente. Deve ainda estudar o histórico de enchentes, buscando informações com moradores locais.

No exame local, o Engenheiro Fiscal deve verificar também os prováveis casos de desapropriação existentes na faixa, principalmente as benfeitorias e as águas de serventia que devem ser atingidas. Outros fatores a serem avaliados são os postes da rede elétrica e da telefônica, bem como áreas de preservação ambiental e redes de água e de esgoto.

O Engenheiro Fiscal deve percorrer todas as jazidas, pedreiras areais e outras fontes de materiais indicados no projeto. Deve estar atento à existência de fatores que possam impedir ou onerar a exploração do local, tais como: nascentes e cursos d'água, áreas de preservação ambiental, benfeitorias, espólio e dificuldades de acesso. Deve confirmar, juntamente com o Empreiteiro, os volumes dos materiais das jazidas indicados em projeto.

O Engenheiro Fiscal deve investigar a existência de outras fontes de materiais, procurando informações junto aos proprietários lindeiros, à Prefeitura e aos escritórios locais do INCRA e do IBAMA.

O Engenheiro Fiscal deve estar de posse das licenças de lavra e de exploração junto ao DNPM, bem como das licenças ambientais para execução junto aos órgãos ambientais IEF, IGAM e IBAMA.

O Engenheiro Fiscal deve verificar se os locais indicados para bota-fora não agridem o meio ambiente. Caso isso ocorra, deve procurar alternativas que sejam economicamente viáveis e que, ao mesmo tempo, preservem o meio ambiente.

No que se refere às Obras de Arte Especiais, o Engenheiro Fiscal deve:

- Conferir se as cotas do tabuleiro e do pavimento acabado coincidem com as do greide dos encabeçamentos;
- Verificar se no projeto constam as cotas de greide, assentamento, arrasamento das fundações, elementos de curva vertical e horizontal;
- Conferir os desenhos de locação das fundações antes da marcação no campo;
- Comparar as cotas do perfil natural do terreno com aquele representado em projeto (Caso haja divergência, o fato deve ser informado à Diretoria de Projeto.);
- Analisar os boletins de sondagem (local dos furos, materiais e resistência);
- Analisar a adequação dos tipos de fundação projetados com a geologia local e com a sondagem. Pesquisar a existência de exploração de areia nas proximidades da OAE e comunicar o fato à Diretoria de Projetos;
- Verificar se no projeto estão representados todos os desenhos necessários à implantação de formas e armação;
- Consultar o projetista sempre que necessário.

Cabe ao Empreiteiro determinar o local onde deve ser instalado o canteiro de obras. Entretanto, compete à Fiscalização observar se o laboratório da obra e as salas a serem utilizadas pela Fiscalização estão instalados em locais estratégicos. Para agilizar os trabalhos, essas posições devem ser definidas em comum acordo entre o Empreiteiro e a Fiscalização.

Sobre o Canteiro de Serviços e as Instalações Industriais

Canteiro de Serviços

O Canteiro de Serviço é a disposição física das fontes de materiais, das edificações e dasconstruções necessárias. Seu desenho tem como objetivo concentrar a estrutura e o apoio logístico indispensáveis tanto ao gerenciamento quanto à execução da obra.

O Canteiro de Serviço pode ser dividido em:

- **Canteiro Central;**
- **Laboratório;**
- **Canteiros Auxiliares.**

Canteiro Central

O Canteiro Central concentra as edificações dos setores administrativo, técnico, recreativo, ambulatorial, alimentar, além de almoxarifado, oficinas, posto de abastecimento e alojamentos.

Durante a construção da oficina e do lavador, a Fiscalização deve verificar a existência e o funcionamento dos seguintes dispositivos:

- Calhas, para evitar que os óleos usados atinjam os cursos d'água;
- Caixas separadoras de óleos;
- Filtros para graxas e óleos;
- Ponto de coleta de óleos usados;
- Proteção nos tanques de combustível e no material betuminoso. Essa medida deve evitar derramamento de óleo e de asfalto nos cursos d'água e a contaminação do sub-solo.

Durante as obras, deve-se evitar o excesso de ruído próximo às áreas urbanas. O mesmo deve ser feito em relação ao pó, à lama e aos restos de material transportado. É necessário observar também fatores de risco, tais como o excesso de velocidade dos veículos, as máquinas e os equipamentos na obra.

Laboratório

O laboratório deve ser instalado em outra construção, de preferência afastado da via de passagem de máquinas e veículos. Deve ter todo o equipamento e instrumental para a realização dos ensaios especificados para solos, betumes e concreto-cimento.

Laboratório de Solos

No projeto de construção, é conveniente ter em conta o local para recebimento e estocagem das amostras, secagem, quarteamento e execução do ensaio de compactação. Dentro do canteiro, esse local deve ter acesso independente e, externamente, uma meio-água com varanda, onde se pode construir o tanque para imersão dos corpos de prova.

O laboratório de betume deve ter alguns instrumentais junto à usina de asfalto para acompanhamento direto e imediato das misturas produzidas.

Laboratório de Asfalto

Recomenda-se a construção de uma câmara úmida para cura, preservação e controle dos corpos de prova de concreto moldados na obra.

Recomenda-se uma área mínima edificada para o laboratório de 130m², com área de secagem de amostras de 50m².

Determinação da Densidade In-situ

Canteiros Auxiliares

Nos canteiros auxiliares, ficam as edificações de apoio às instalações industriais ou de frentes de serviços. É nesse local que se encontram a pedreira, a britagem, a usina de asfalto ou a usina de solos e as centrais de concreto e cimento, conforme for o caso.

Na maioria das vezes, há condições de montar as usinas junto à britagem. Com esse procedimento, centraliza-se o controle, a central de geração de energia e os procedimentos que controlam a poluição ambiental.

É imprescindível construir uma instalação junto à usina de asfalto. Tal medida é fundamental para que os ensaios de granulometria dos agregados, penetração do asfalto e moldagens do Marshall possam ser realizados. Uma balança para pesagem das carretas de asfalto recebidas deve ser instalada na obra e aferida pelo INMETRO.

Instalações de Pedreiras e Esquemas de Britagem

Visando atender especificações e normas técnicas de projeto para produção de agregados graúdos e miúdos, o processo de redução de diâmetro dos agregados se faz por:

- Fase1 – Britagem Primária – Britadores de mandíbula;
- Fase 2 – Britagem Secundária – Rebritadores de mandíbula/girosféricos (rebritadores de cone);
- Fase 3 – Britagem Terciária – Girosféricos (rebritadores de cone);
- Fase 4 – Britagem Quartenária – Hidrocônicos, girosféricos rocha/rocha, ou moinhos de barra ou de bola.

Britadores

A necessidade dessas fases no processo de britagem está diretamente ligada às faixas e aos volumes granulométricos exigidos no projeto.

Os Britadores podem ser:

- Pequeno Porte
  capacidade nominal 25 m³/h (móvel);
- Médio Porte
  capacidade nominal 50 m³/h (móvel);
- Grande Porte
  capacidade nominal 100 m³/h;
- Grande Porte com britagem quaternária
  capacidade nominal 100 m³/h.

Exploração de Pedreira

Durante a escolha de uma pedreira, deve-se levar em consideração os seguintes fatores:

- Licença Ambiental e do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;
- Qualidade da rocha;
- Volume aproveitável;
- Espessura do material não aproveitável;
- Facilidade do desmonte;
- Distância até a aplicação;
- Impedimentos legais e técnicos.

Investigação

Caso haja impedimento para utilização da pedreira indicada em projeto, deve-se buscar uma nova fonte.

Inicialmente, as indicações são feitas por meio de mapas e fotografias aéreas. No campo, na fase de projeto, são coletadas as amostras a partir de poços, de

sondagens rotativas e de pequenas detonações, já que a coleta se faz indispensável para a realização dos ensaios necessários à aprovação da ocorrência.

Plano de Ataque

Dependendo de condições, tais como o volume a ser explorado, o prazo, as produções e a altura do maciço, as praças de trabalho devem ser projetadas estabelecendo-se a altura das bancadas, dos acessos, da declividade, da drenagem e dos locais para bota-fora. Dessa forma, o plano de ataque deve ser elaborado pela construtora e submetido à aprovação pela Fiscalização.

É importante a elaboração de um planejamento que reduza ao mínimo a agressão ao meio ambiente ou, se for possível, a sua recomposição parcial ou total. Às vezes, a autorização para a exploração da pedreira exige a elaboração e aprovação do RIMA.

Exploração

A exploração propriamente dita é composta pelas seguintes atividades:

- Limpeza da camada estéril;
- Perfuração da rocha;
- Carregamento e detonação do maciço;
- Carga e transporte até a instalação de britagem.

Limpeza da Camada Estéril

A limpeza pode ser executada com trator de esteira quando a espessura é pequena e a distância de transporte é de, no máximo, 50m. As decapagens maiores são feitas com trator de esteira, carregadeira e caminhões basculantes. Sempre que possível, deve aproveitar-se o bota-fora para melhorar os acessos. Em casos esporádicos, pode-se utilizar explosivos.

A limpeza fina do maciço deve ser executada por meio de serviço braçal, deixando-se a rocha em condições de ser perfurada sem o perigo de contaminação do material rochoso pelo estéril, após a detonação.

Usina de Solos

A usina de solos destina-se a homogeneizar, em planta fixa, a mistura de dois ou mais solos, de solos mais agregados, dos agregados provenientes de britagem entre si e de solos ou agregados com aglomerantes hidráulicos ou ligantes betuminosos.

Os materiais resultantes dessa mistura são constituintes das camadas do pavimento, conforme determinação do projeto geotécnico.

Usina de Solos

Em se tratando de misturas de cimento ou de cal, esses materiais devem ser acondicionados em silos verticais fechados, de forma a não absorverem umidade. A dosagem deve ser feita pela regulagem da rotação do eixo sem fim (helicoidal), situada abaixo do silo, de maneira a cair na correia alimentadora, a quantidade de aditivo prevista em projeto.

No caso de misturas com betume (emulsão asfáltica), a injeção é feita diretamente no "pug-mill".

No caso do cimento ou da cal, é necessária a dosagem desses materiais, oriundos de um silo vertical. A sua adição é feita na correia que transporta o solo ou agregado proveniente do silo de solo para o misturador.

A emulsão é adicionada, em quantidade definida no projeto da mistura, aos agregados (já no "pug-mill"), por meio de bomba apropriada.

Com a utilização da usina, a uniformidade da mistura é praticamente perfeita, desde que se mantenha estreita vigilância nas saídas de materiais dos silos, evitando-se variações que possam afetar sua uniformidade.

As principais peças que compõem a usina, bem como o processo executivo correspondente, são descritos a seguir:

Silos de solos

São os depósitos destinados a receber os materiais a serem utilizados na mistura e a descarregá-los nas correias transportadoras, nas proporções estabelecidas em projeto.

São constituídos de chapas metálicas, em forma de tronco de pirâmide, com capacidade para permitir a

produção contínua da mistura, e nas quantidades requeridas. O nível de carregamento dos silos deve ser mantido constante, a fim de manter um regime igual de saída.

A calibração dos silos de solo obedece ao seguinte esquema:

- Abre-se para cada silo, independentemente, a comporta durante um tempo adotado e igual para todas as alturas das comportas;
- Traça-se uma curva, relacionando a altura da comporta do silo, em abscissa, e o peso do material para cada altura, em ordenadas;
- Partindo-se da produção horária pretendida, obtêm-se as aberturas necessárias para as comportas de cada silo.

O carregamento dos silos, da usina de solos, deve ser feito com carregadeira ou basculantes, devendo a usina ser instalada, preferencialmente, junto à jazida cujo material tem maior porcentagem na mistura.

Correias transportadoras

Geralmente, utiliza-se uma única correia transportadora, que passa sob os portões de saída dos silos de solos, com inclinação suficiente para despejar os materiais no misturador em altura conveniente, para que o carregamento dos caminhões se faça por gravidade.

Depósito de água para usina de sólidos

Deve fornecer a água necessária para se atingir o teor ótimo de umidade. Os depósitos são preenchidos por caminhões tanques ou por bombeamento de alguma fonte d'água.

Misturador

Geralmente é constituído por dois eixos dotados de pás, tipo "pug-mill". Os eixos giram em sentido contrário, jogando os materiais contra as paredes. É conveniente que, inicialmente, seja feita apenas a mistura com os solos. Após a homogeneização dessa mistura, adiciona-se a água de acordo com a proporção prevista.

No caso de misturadores do tipo contínuo, a água é adicionada continuamente, pois o tempo de mistura é limitado pela passagem dos materiais pelas palhetas do eixo misturador.

A mistura de solos, assim usinada, é descarregada em caminhão basculante e transportada para a pista.

Usinas de Asfalto

O concreto betuminoso é produzido em usinas apropriadas com várias capacidades de produção (em termos de toneladas/horas).

Existem dois tipos básicos, a saber:

- Usinas descontínuas – que apresentam produção descontinua; gravimétricas,
- Usinas contínuas – que apresentam produção continua; as volumétricas e as TSM – Tambor – Secador – Misturador ("Drum-Mixer").

As partes constituintes destas Usinas são:

Silos Frios

Os silos frios são construídos com chapas metálicas, em forma de tronco de pirâmide invertido e, destinam-se a receber os agregados naturais e artificiais que vão ser utilizados no preparo do concreto asfáltico.

Na parte inferior destes silos, localizam-se os chamados alimentadores frios, que permitem regular o fluxo do agregado, na quantidade definida para a mistura. Os silos frios devem ter depósitos para três tipos de materiais, no mínimo.

Os agregados são descarregados nos silos frios, por meio de pás carregadeiras ou diretamente dos caminhões basculantes.

É conveniente, por outro lado, que durante a operação, os níveis de agregados nos silos sejam mantidos constantes, a fim de que as condições de densidade no fundo do silo se mantenham uniformes durante a operação da usina.

A qualidade da mistura e a uniformidade da produção dependem grandemente da alimentação dos silos frios e do isolamento de cada agregado nos depósitos.

Correias Transportadoras

A função da correia transportadora é conduzir os agregados provenientes dos alimentadores, para a base do elevador frio.

Elevador Frio

É normalmente constituído por transportador de correia ou de caçamba e tem por finalidade elevar a mis-

tura de agregados, transportados pela correia dos silos frios, para o secador.

Secador

A função do secador é, através do aquecimento dos agregados até a temperatura especificada para a mistura, promover a remoção da água neles contida.

Sistema Coletor de Pó

São instalados Sistemas Coletores de Pó nas usinas para reduzir os inconvenientes que resultam do lançamento do pó na atmosfera. Outra função desses coletores é possibilitar a recuperação de uma parcela dos finos que são retirados dos agregados no secador.

O Sistema Coletor é constituído fundamentalmente por uma tubulação na qual são instalados, pela ordem, uma ventoinha e um ciclone. A mistura – composta de gases mais pó seccionados no interior do secador por meio da ventoinha – , é encaminhada para o ciclone, onde os finos são separados pelos gases e pela força centrífuga.

Em outras usinas, esse processo não ocorre. Entretanto, ocorre a possibilidade de se estocar à parte a parcela de finos recuperada e, nesse caso, os gases são expelidos pela chaminé. Se há uma perfeita combustão no maçarico, os gases apresentam a cor cinza clara. Se tiverem a cor variando de cinza escuro para preta, significa que a combustão está incompleta e há contaminação dos gases pelo combustível. Nesse caso, a usina deve ser paralisada.

Por questões ambientais, busca-se reduzir o lançamento de sólidos na atmosfera e para isso se exige a instalação de filtros por via seca (filtros de mangas) ou por via úmida.

O filtro por via seca opera e reintegra aos processos de usinagem os finos retidos na filtragem. No segundo tipo, a filtragem é feita pela passagem dos gases em tanques com água, onde ocorre, então, a decantação dos finos. Nesse processo, não é possível a recuperação e reintegração dos finos.

Elevador Quente

O Elevador Quente é constituído por caçambas acopladas às correntes e sua função é a elevação da mistura quente dos agregados saídos do secador. É recoberto por uma estrutura metálica de seção retangular à qual se conecta a estrutura da peneira e dos silos. Para

regular a chama do maçarico com maior eficiência e rapidez, é conveniente a instalação de um pirômetro (termômetro) na estrutura do elevador do material.

Dispositivo de Peneiramento

Os agregados aquecidos - provenientes do secador e transportados pelo elevador quente - são introduzidos num dispositivo de peneiramento onde são separados em duas ou mais frações granulométricas.

Não é recomendável a utilização de usinas que não possuam dispositivo de peneiramento. Sem esse processo, o agregado é aquecido e armazenado num único silo. Nesse caso, a composição granulométrica da mistura é norteada exclusivamente pela alimentação fria e não apresenta possibilidade de correção posterior. Outro inconveniente é a segregação do agregado, que ocorre com mais frequência quando armazenado num único silo quente.

Os dispositivos de peneiramento empregados são do tipo vibratório.

A seleção das malhas que constituem as peneiras deve ser feita em função da análise conjunta de vários fatores, tais como:

- Diâmetro máximo do agregado;
- Granulometria da mistura dos agregados ;
- Número de silos quentes disponíveis;
- Capacidade de peneiramento dos dispositivos.

Os agregados retidos na tela superior são recolhidos num compartimento e descarregados por uma calha no solo.

Silos Quentes

Os Silos Quentes - como o nome sugere - são destinados a receber os agregados aquecidos provenientes do peneiramento no caso de usinas descontínuas e do secador nas usinas contínuas. O número de silos quentes que a usina dispõe determina o número de frações em que deve ser dividida a mistura de agregados. Devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

Na sua parte inferior, cada um dos silos quentes deve ser equipado com dispositivos destinados à determinação correta da temperatura dos agregados armazenados, usando para isso termômetros ou pirômetros constituídos por pares termoelétricos. Na parte superior, os silos em questão possuem “ladrões” que servem para evitar o transbordamento de agregado de um silo para o outro.

Em suas bases, os silos quentes das usinas descontínuas dispõem de comportas acionadas por alavancas, localizadas diretamente sobre o receptáculo da balança. No caso de usinas contínuas, os silos quentes são equipados com portões semelhantes aos utilizados nos alimentadores frios. Através desses portões, escoa o agregado quente, levado, então, por uma esteira metálica ao segundo elevador quente ou, em outros tipos, diretamente ao misturador.

Introdução do Filler

O Filler é o único material componente da mistura asfáltica que não é aquecido. Estocado em galpões perto do misturador e pesado à parte, ele é transportado por um elevador e descarregado diretamente no misturador. Isso é feito por intermédio de um parafuso sem fim, seja para as usinas contínuas, seja para as usinas descontínuas. Há usinas contínuas (volumétricas) em que o Filler, dosado em bases volumétricas, é lançado no pé do segundo elevador quente.

Balança

Nas usinas descontínuas, o estágio final da dosagem dos agregados é efetuado sob a forma de pesagens cumulativas. Isso é feito em uma balança sobre a qual estão localizadas as comportas dos silos quentes.

As especificações da AASHTO exigem que a sensibilidade do mostrador da balança utilizada permita o registro de até 0,5% da carga máxima suportada pela balança.

O painel da balança é localizado na cabine de comando de operação da usina, onde estão instaladas as chaves elétricas de acionamento de todos os motores. A pesagem dos agregados é cumulativa e a injeção do asfalto é feita por tempo de acionamento da bomba. Todas as operações de funcionamento da mistura e de adição do ligante são definidas durante o processo de calibração da usina.

A cabine deve ser instalada numa posição que torne possível obter uma visão das atividades mais importantes da operação da usina. A cabine deve, também, ser totalmente vedada, dispor de sistema de climatização, de isolamento acústico e de exaustão. Qualquer paralisação da usina inicia-se na interrupção do funcionamento do silo frio. Todos os dias, no início da operação da usina, o conteúdo do reservatório de ligante deve ser aferido. Isso é feito pela da pesagem por diferença do volume de ligante a ser incorporado ao misturador em cada traço.

Misturador – Introdução do Ligante

Os agregados aquecidos e convenientemente proporcionados na balança, no caso das usinas descontínuas, ou provenientes dos portões dos silos quentes, no caso das usinas contínuas, são introduzidos no misturador.

O misturador consiste essencialmente nas seguintes partes: uma caixa térmica de fundo curvo com uma comporta para descarga operada pneumaticamente. Dois eixos horizontais paralelos providos de braços com palhetas reversíveis, substituíveis e animados por movimento de rotação quando colocados em operação. Esses movimentos têm sentidos opostos e isso ocorre para promover a elevação do material localizado entre eles, e, em seguida, lançá-lo de encontro à parede do misturador.

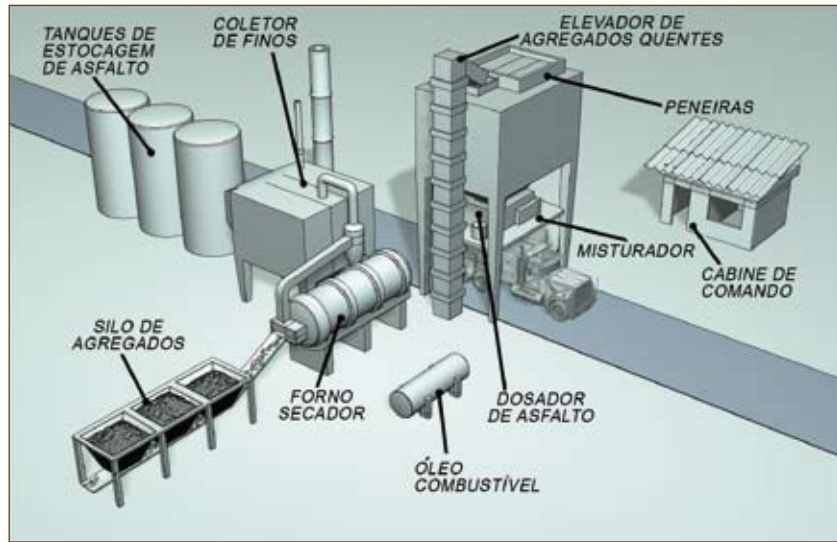
A capacidade do misturador é calculada a partir dos seguintes parâmetros: volume do sólido formado pelo plano que passa pela seção média dos eixos e o seu fundo, função desse volume, densidade dos materiais e do tempo de mistura, o qual não pode ser menor do que quarenta segundos.

Tempo de Misturação Seca

Nas usinas descontínuas, os agregados e o filler são inicialmente misturados sem ligante. O intervalo de tempo que decorre entre a abertura da comporta da balança e o início da injeção do ligante - por meio da barra distribuidora - é denominado “tempo de misturação seca”. Esse intervalo deve ser fixado de forma a ser suficiente para que se possa processar uma homogeneização perfeita entre os agregados e o filler.

Tempo de Misturação Úmida

O “tempo de misturação úmida” é o intervalo decorrido entre o término da injeção do ligante e o momento da abertura da comporta do misturador.

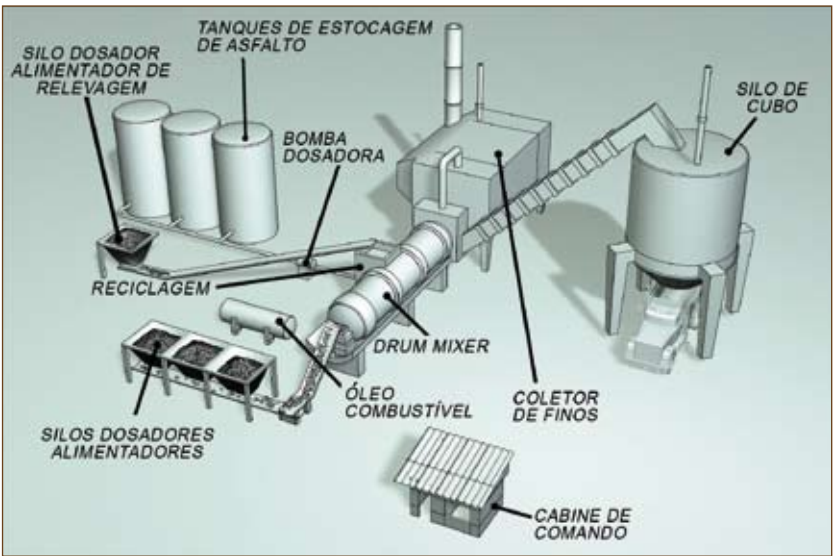
A delimitação de “tempo de misturação úmida” deve ser feita de forma que, ao fim do processo, todas as partículas da mistura de agregados e o filler estejam recobertas uniformemente pelo ligante. Obviamente, a fixação dos “tempos de misturação” está condicionada tanto à ordem de grandeza do “traço” como às características da própria massa produzida.

Usina de Asfalto Gravimétrica

A soma dos "tempos" de mistura seca e úmida não deve ser menor do que 40 segundos. Diante disso, a produção horária de uma usina é o produto da capacidade do misturador em toneladas por 80 (número das misturas feitas, no intervalo de tempo de 45 segundos, em uma hora).

O controle de tempo das misturas deve ser flexível e capaz de ser ajustado em intervalos de não mais do que 5 (cinco) segundos, por de ciclos de três minutos.

Um contador mecânico de traços deve ser colocado como parte do equipamento de controle de tempo. Ele deve registrar apenas a descarga do recipiente de asfalto e evitar o registro de quaisquer traços secos.

Nas usinas contínuas, a incorporação do ligante aos agregados (ou à mistura de agregados mais filler) se processa de modo contínuo e ocorre pouco antes deles penetrarem no misturador. Nos misturadores das usinas contínuas, a disposição das palhetas, além de permitir a operação da mistura, possibilita o deslocamento de massa em direção à saída do misturador. O tempo de mistura é o tempo que ocorre entre a entrada de uma partícula no misturador e sua saída. Pode ser aumentado ou diminuído, respectivamente, pela elevação ou pelo rebaixamento de uma comporta existente na saída do misturador.

Como consequência, o tempo de injeção pode ser ampliado, sem implicar decréscimo de produção. A descarga do ligante é assegurada por uma bomba, a cujo eixo está solidária uma engrenagem que é acoplada por uma transmissão de corrente a uma outra engrenagem fixada no eixo motriz. Esse eixo é geralmente o próprio eixo que comanda o movimento da esteira do alimentador do silo quente. Como o número de revoluções desse último eixo é constante, a descarga de ligante pode ser variada, desde que sejam possibilitadas combinações diversas entre as duas engrenagens referidas.

Usina Drum-mixer

Nas usinas intermitentes, a quantidade do ligante, correspondente a uma injeção, é dosada, em geral, com bases volumétricas. Isso é feito por meio de um depósito cujo enchimento é comandado por uma válvula de três estágios. Essa válvula regula o fluxo do ligante que é inserido no processo por uma bomba apropriada.

Depósitos

Os ligantes são depositados em tanques que devem ser capazes de manter o aquecimento controlado de acordo com as temperaturas determinadas nas especificações. O aquecimento deve ser feito por meio de serpentina e vapor, eletricidade ou outro meio. **O importante é que não haja contato da chama com o tanque.**

Para o processo de circulação do ligante no depósito, deve ser instalado um sistema de bombas.

Todas as tubulações e acessórios devem ser revestidos com camisas de vapor ou isolamento térmico, de modo a se evitar perdas de calor.

A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para três dias ou mais de serviço. Tal medida ocorre em função da distância dos depósitos da distribuidora de ligantes ao canteiro da obra.

Debaixo das comportas do misturador e numa altura que possibilite o esvaziamento sobre a caçamba do basculante, as usinas devem ser equipadas com um pré-silo para estocar por pouco tempo a mistura quente. Isso evita a interrupção do funcionamento da usina. Esse pré-silo tem um alçapão que é aberto pelo contato com a caçamba, descarregando nela a mistura estocada.

Usina – Tambor Secador Misturador – TSM – Drum Mixer

As usinas Drum Mixer podem ser de dois tipos:

- **Fluxo paralelo** – onde os agregados entram no tambor secador pelo mesmo lado da chama de secagem;
- **Contra-fluxo** – onde os agregados entram no lado oposto ao da entrada da chama de secagem.

As usinas do tipo TSM dispensam as peneiras, silos quentes e principalmente o misturador, já que o tambor do secador também faz a função de misturador. Esta é a principal diferença em relação às gravimétricas.

Como foi classificada, a TSM é uma usina contínua e por essa razão a sua calibração é feita pelas alturas das comportas dos silos frios, como descrito anteriormente.

Na correia que alimenta o secador com os agregados dos silos frios, pode-se adaptar o chamado *controle ponderal*. Esse recurso pesa eletronicamente a quantidade de agregado considerando um determinado comprimento da correia e sua velocidade.

O *controle ponderal* é comandado da cabine e, pela mesa de controle, é possível acompanhar também a leitura das pesagens dos agregados na correia. Outros controles a partir da cabine são a rotação da bomba de asfalto e da comporta de descarga da mistura.

O filler é também incorporado aos agregados nessa correia. Isso é feito após a descarga do depósito em uma correia com dosador ponderal, que quantifica o peso do filler na mistura. Dessa forma, o filler é incorporado aos agregados antes da entrada no secador.

A grande solução mecânica para o funcionamento dessas usinas está dentro do secador, por meio da configuração das aletas. No momento da carga, no início do tambor do secador, as aletas têm a forma de espirais, responsáveis por conter parte do material. Assim, evitam com um véu de pouco material o afogamento da chama do queimador.

Na parte média do tambor, as aletas com formato de um "j" promovem a queda do material formando um véu completo. Isso impede a penetração da chama do queimador a partir dessa seção. O formato das aletas cria, portanto, duas zonas no tambor, a *zona de radiação* e a *zona de convecção*.

A *zona de radiação* tem a maior quantidade de energia calorífica fornecida pela chama do queimador a óleo de baixa pressão. É aqui o local onde o agregado processa de modo mais intenso o aquecimento e a secagem.

Controles de Usinagem

Como nessas usinas só há um sistema de alimentação, deve-se tomar o cuidado para que não haja contaminação dos agregados nos silos frios. Da mesma forma, deve-se tomar precauções quanto à alimentação de agregados nos silos. Tais medidas visam não prejudicar a mistura usinada por falta de material. Outra precaução importante nas usinas é quanto ao excesso de umidade dos agregados. Caso isso ocorra, há o risco de vaporizar o ligante asfáltico durante a mistura, provocando, assim, a sua degradação. E, para que os agregados não fiquem com umidade excessiva, é preciso protegê-los com uma cobertura adequada nos silos.

Descarga de Massa Asfáltica

A descarga de massa asfáltica para o carregamento dos caminhões deve ser efetuada de forma intermitente e é importante que a comporta não fique aberta por mais de sete (7) segundos. Esse cuidado visa evitar a segregação durante a carga. Isso significa que, ao abastecer o caminhão, é preciso inicialmente aguardar até que parte do silo esteja cheio. Só então a comporta deve abrir-se de forma intermitente, permitindo que a massa asfáltica não forme um só monte na caçamba do caminhão. Além disso, o caminhão deve manobrar para frente e para trás, de forma que a massa não caia somente em um mesmo ponto da caçamba.

Tão logo seja designado para um determinado trecho, o Engenheiro Fiscal deve tratar de montar o escritório, bem como formar a equipe de fiscalização que irá auxiliá-lo. O escritório de fiscalização é montado através da locação de um imóvel (de preferência uma casa) na localidade atendida pela obra.

Para maior eficiência, esse escritório deve ter: recepção, sala para o engenheiro fiscal, sala para seção técnica e sala de reuniões. Os móveis e os equipamentos devem ser compatíveis com a estrutura e com as tarefas. Assim, a equipe deve contar com computadores e impressoras, cadeiras, prancheta, armários, estantes, mesas de escritório e mesa de reuniões. De modo independente do escritório, deve ser montada uma residência que sirva de alojamento para os técnicos da equipe de fiscalização.

O quadro e a capacidade técnica do pessoal que formará a equipe de fiscalização são fatores de suma importância para uma boa supervisão e para o acompanhamento eficiente das obras. Dessa forma, cada membro deve ser treinado e ter conhecimento específico inerente às fases e aos serviços em execução. Assim, estarão prontos para realizar o trabalho com responsabilidade e competência.

Os horários de trabalho da fiscalização devem ser os mesmos do empreiteiro, devendo haver coincidência nos turnos.

Classificando-se o tipo de obra em relação ao volume de terraplenagem, podemos estabelecer:

- **Obra pequena:** com volume de terraplenagem de até 30.000 m³/mês;
- **Obra média:** com terraplenagem entre 30.000 m³/mês e 60.000 m³/mês;
- **Obra grande:** com volume de terraplenagem acima de 60.000 m³/mês.

O dimensionamento do quadro de pessoal especializado deve ser o seguinte:

CARGO / FUNÇÃO	EQUIPE DE FISCALIZAÇÃO		
	Obra		
	Pequena	Média	Grande
Engenheiro Fiscal	1	1	1
Engenheiro Auxiliar	*	1	1
Topógrafo	1	1	1
Nivelador	1	1	1
Auxiliar de topografia	4	4	6
Fiscal de terraplenagem	1	1	1
Fiscal de pavimentação	2	2	2
Fiscal de drenagem/OAC	1	1	2
Laboratorista	1	2	2
Tecnologista de concreto OAE	*	*	*
Auxiliar de laboratório	2	4	4
Recepcionista	1	1	1
Seção técnica/cadista	1	1	1
Digitador	1	1	1

Dimensionamento de Pessoal

O transporte de pessoal para o desenvolvimento dos trabalhos deve ser:

- Para cada engenheiro:
  01 veículo leve, tipo "sedan";
- Para cada equipe de topografia:
  01 furgão, tipo Kombi ou similar;
- Para cada equipe de laboratório:
  01 furgão, tipo Kombi ou similar;
- Para fiscais de terraplenagem e OAC:
  01 veículo leve, tipo "sedan";
- Para fiscais de pavimentação:
  01 veículo leve, tipo "sedan".

**No caso de obra de arte especial, é preciso incluir um especialista em concreto na equipe de fiscalização.*

Terraplenagem

Serviços Preliminares

Tão logo o empreiteiro receba a ordem de serviço de um trecho, deve proceder inicialmente à locação do eixo, acompanhado pela equipe de fiscalização.

Terraplenagem - Compactação de aterro

Realiza-se, em seguida, o desmatamento numa extensão de 3 km, conforme largura indicada em projeto.

Para não prejudicar os proprietários, as águas de serventia devem merecer especial atenção e cuidado tanto da fiscalização quanto do Empreiteiro. Só deve ser cortada a água existente quando for dada outra solução para o abastecimento.

Feita a limpeza, a marcação dos “off-sets” deve ser realizada por meio de nivelamento geométrico para delimitar, assim, a implantação do *corpo estradal*.

É conveniente que a marcação dos “off-sets” esteja avançada em 5 km em relação à frente da terraplenagem. Isso é feito para que seja possível analisar previamente possíveis interferências.

A fiscalização deve determinar que a limpeza das áreas compreendidas entre os “off-sets”, a dos empréstimos e das cascalheiras seja feita com a retirada da terra vegetal. A terra deve ser empilhada à margem para uso posterior como recobrimento dos taludes dos aterros e das áreas dos empréstimos ou das cascalheiras.

Depois de retirado o material necessário, os empréstimos devem ser devidamente acertados, devem receber espalhamento da terra vegetal em toda sua extensão e cercados de maneira adequada a fim de permitir a revegetação com maior rapidez.

A faixa de domínio deve ser obrigatoriamente cercada. Porteiras devem ser instaladas nos locais necessários e no acesso às passagens de gado.

Na fase de construção, é importante observar que:

- A largura da faixa de domínio, ou seja, a distância entre as duas cercas, deve obedecer as especificações do projeto;
- A cerca deve ser construída, obedecendo a faixa de domínio indicada em projeto e deve manter-se 5km à frente da terraplenagem. Quando a largura da faixa ultrapassar a indicada, a cerca deve ser implantada a 5m dos “off-sets”. Para evitar acidentes com animais, todo o serviço de terraplenagem deve ser executado somente após a implantação das cercas;
- Na construção de cercas, o arame deve situar-se no lado **interno** da propriedade;
- Os acessos às sedes das propriedades atingidas pela construção da estrada devem ser assegurados. Essa medida visa impedir que tais propriedades se tornem isoladas ou pouco seguras.

Empréstimos

Ao se utilizar as caixas de empréstimo não especificadas em projeto, deve-se consultar previamente o proprietário sobre a possibilidade de se utilizar área em seu terreno. Isso visa evitar compensações onerosas para o órgão.

O empréstimo, quando autorizado, deve:

- Fornecer material de boa qualidade que atenda às exigências de projeto para a construção da estrada e, se possível, à curta distância;
- Melhorar as condições técnicas da estrada, aumentando a visibilidade ou a largura da plataforma e diminuindo as rampas ou a inclinação dos taludes dos cortes;
- Melhorar as condições paisagísticas da rodovia;
- Possibilitar melhor escoamento das águas pluviais da pista, das sarjetas, dos taludes, protegendo, assim, o *corpo estradal* contra o efeito da erosão.

Antes de autorizar a execução de um empréstimo para uso de corpo de aterro, o Engenheiro Fiscal deve observar a distribuição dos volumes. Deve verificar, ainda, a viabilidade técnica e econômica do uso dos volumes indicados para bota-fora como corpo de aterro, mesmo com distâncias de transporte maiores.

A fiscalização deve ter a preocupação de transformar os empréstimos e os bota-foras em áreas úteis e agradáveis aos usuários.

As ordens de serviço, autorizando os empréstimos, só devem ser dadas após uma análise detalhada do projeto. O objetivo é buscar sempre a melhor posição, considerando a qualidade e a classificação do material a escavar.

Antes de autorizados, os empréstimos devem ter levantadas e projetadas suas seções de escavação com o cálculo do volume e previsão da distribuição do material na pista. Da mesma forma, deve ser calculada a sua distância de transporte.

Para o levantamento das seções, deve ser lançada uma linha base e esta deve ser amarrada ao eixo da própria estrada.

Os itens abaixo relacionados são os que devem orientar a fiscalização na marcação dos empréstimos, considerando-se sempre a qualidade do material e a distância de transporte:

- Nas tangentes, com alargamento uniforme do corte para jusante até o arrasamento, se necessário;
- Nos trechos em curva, com alargamento para o lado interno da curva, procurando aumentar a visibilidade;
- Melhorando o greide, com o rebaixamento dos cortes, principalmente em curvas verticais convexas, sem afetar a estabilidade dos taludes;
- Diminuindo o ângulo de talude dos cortes, obedecendo critérios geotécnicos;
- Com alargamento uniforme do corte para montante;
- Com a abertura de empréstimos lateral e longitudinal à pista, de maneira a criar uma condição de aterro artificial com taludes suaves – 1(V):4(H), gerando um greide elevado, com drenagem natural das águas;
- Para melhorar a aparência, os empréstimos devem ter dimensões uniformes, evitando-se os de modo intermitente ou com dimensões variáveis.

A declividade do fundo dos empréstimos deve ser de maneira que promova sua drenagem, impedindo o represamento das águas pluviais e auxiliando a drenagem do *corpo estradal*. Observar ainda as declividades convenientes para evitar a erosão.

Quando as condições tornarem necessário o empréstimo paralelo ao aterro e dentro da faixa de domínio, o aterro deverá ser executado a uma distância mínima de 5m dos "off-sets" do talude. Nesse caso deve ser planejada uma conveniente declividade ao terreno natural, compreendido entre o pé-da-saia do aterro e o início da vala do empréstimo, a fim de permitir fácil e total escoamento das águas dessa área para os empréstimos.

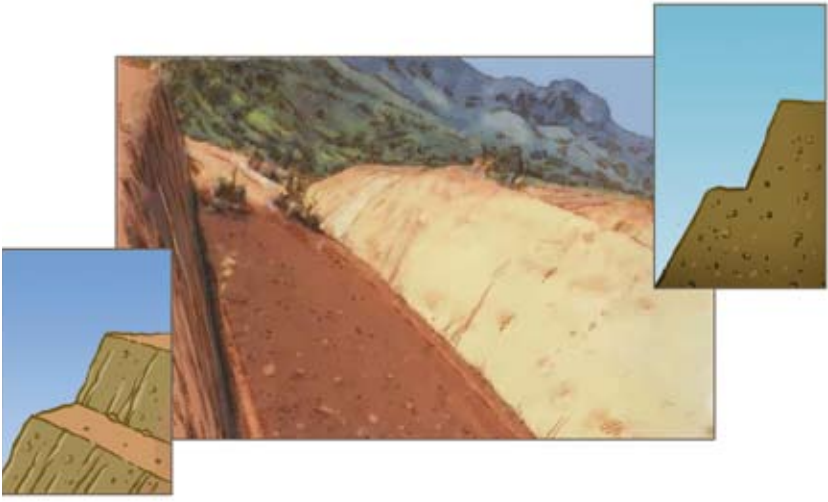
Nos casos da ocorrência de empréstimos laterais, onde o greide da rodovia tenha rampas elevadas, a declividade dos empréstimos deve ser definida de forma a minimizar riscos de erosões ao longo deste.

Os taludes das caixas dos empréstimos devem ser regulares e possuir inclinação de 3(V):2(H), no mínimo. Somente devem ser computados na medição os empréstimos para os quais tenham sido emitidas ordens de serviço.

Cortes

O corte consiste na escavação de material entre "off-sets" e é realizado de acordo com a inclinação de talude indicada em projeto.

Para controle da inclinação do talude, deve ser usado o esquadro para garantir uma correta inclinação. Os taludes dos cortes devem ter a inclinação indicada em projeto e ser compatível com a resistência ao cisalhamento do material.

As inclinações dos taludes e dos cortes devem ser verificadas com frequência. O custo e a responsabilidade dessas verificações são de responsabilidade do Empreiteiro, que tomará tais medidas para assegurar a execução das inclinações indicadas pelos projetos.

Cortes

Nos cortes em que forem indicadas banquetas, a sua largura e a sua declividade transversal devem ser as indicadas em projeto. Nos casos em que os materiais de corte forem siltosos ou arenosos, devem ser indicadas as sarjetas de concreto, bem com o deságue das águas coletadas nestas.

A conformação do talude de corte deve ser executada com bico de lâmina (máquina de esteira) ou dente de escavadeira.

Para executar os Ensaios de Caracterização, ISC e Expansão, após o término da escavação do corte, a Empreiteira deve coletar o material do sub-leito na superfície acabada até uma profundidade de 1m.

De posse dos resultados, a equipe de fiscalização deve verificar se esses materiais atendem às características indicadas em projeto. Caso não atendam, deve ser prevista a substituição dentro dos critérios estabelecidos em projeto.

Uma vez atingida a cota do greide nos cortes, se for encontrado material expansivo e de baixa capacidade de suporte, eles devem ser rebaixados por pelo menos 0,40m e substituídos por material argiloso. Essa substituição deve ser conforme indicado pela Fiscalização e de acordo com as recomendações da Diretoria de Projetos.

É importante observar a presença de sinais de umidade nos taludes de cortes existentes, tais como vegetação rasteira muito viçosa em época de seca ou plantas do tipo samambaia. Nesse caso, há necessidade de implantação de dreno profundo.

Em casos de cortes com material argiloso em quantidade razoável, estes devem ser preservados e escavados após os términos dos aterros em suas proximidades. Isso será feito de maneira que se possa utilizar o seu material para o acabamento de terraplenagem dos referidos aterros.

Quando o corte chegar ao greide, a Empreiteira deve executar no seu ponto mais baixo – no PP (Ponto de Passagem) – a escavação de saída d'água com motoniveladora ou com outro equipamento. Isso será feito de modo a conduzir as águas para as bocas ou caixas de bueiros. Esse procedimento evita erosão da crista e das saias dos aterros.

Os cortes em rocha devem ter o seu greide rebaixado no mínimo 0,60m, para posterior recobrimento com material de boa qualidade, indicado pela fiscalização.

O material proveniente de cortes em rocha pode ser reaproveitado. Ele será usado para a proteção das saias de aterro próximas aos cursos d'água, para reforços de fundação de aterro ou, ainda, para a fundação de obras de arte corrente.

Terminada a terraplenagem, o trecho deve ser relocado e renivelado (no eixo e nos bordos da plataforma). Serão, então, verificadas as tolerâncias admitidas nas especificações do DNIT: DNER-ES 280/97 - cortes, DNER-ES 281/97 - empréstimos e DNER-ES 282/97 – aterros.

Aterros e Bota-foras

Na fase de construção dos aterros, a Fiscalização deve ter o máximo cuidado com a fundação antes de iniciar sua construção.

A Fiscalização deve recorrer à Diretoria de Projetos do DER/MG, para sanar quaisquer dúvidas e, principalmente, quando houver presença de umidade.

Sobre isso, duas tarefas a serem realizadas:

- Remover toda a terra vegetal da faixa entre "off-sets", acrescida de 2m para cada lado.
- Executar a drenagem de fundação indicada pelo projeto.

Cabe lembrar que o excesso de drenagem é preferível à sua carência. Não deve ser permitido que, na construção dos aterros, blocos de pedra com volume superior a 30dm³ sejam colocados no seu corpo para evitar abatimentos. Os blocos de pedra de pequeno diâmetro devem ser uniformemente distribuídos na massa dos aterros.

É obrigatório o uso de equipamento próprio (motoniveladora) para espalhamento de material na obra dos aterros.

O aterro compactado, de acordo com o especificado, possibilita:

- Menor recalque;
- Menor permeabilidade;
- Menor ação de erosão;
- Maior estabilidade dos taludes.

No caso de sobra de material dos cortes e desde que fatores, tais como a qualidade e a distância de transporte, sejam economicamente viáveis, deve-se procurar o seu aproveitamento. Isso oferecerá à via rural melhores condições técnicas, maior segurança e qualidades paisagísticas da seguinte maneira:

- Melhorando o greide dos aterros;
- Diminuindo a inclinação dos taludes dos aterros;
- Enchendo depressões existentes na faixa de domínio
- Construindo "bermas", quando necessário e devidamente orientadas pela Diretoria de Projetos ;
- Alargando os aterros em curva na sua parte interna;
- Alargando-os de modo uniforme e de ambos os lados, fazendo, se necessário, a adaptação das obras – quando os aterros são em tangente;
- Executando áreas de descanso ou belvederes.

O Empreiteiro deve executar as obras de recomposição de aterros rompidos ou erodidos às suas próprias

custas, caso esses problemas tenham ocorrido em consequência de falhas na execução dos serviços de proteção necessários ou indicados.

Os aterros devem ser compactados e seus taludes ou saias devem ser protegidos por revestimento vegetal. Durante a fase de construção dos aterros, convém adotar providências para a retirada de tocos, raízes, galhos de árvores escavados e transportados pelo equipamento. Deve ser estudada também a possibilidade de se controlar a descarga dos materiais escavados quando eles forem de qualidade ou natureza nitidamente diferentes. Assim, os materiais de melhor comportamento quanto à estabilidade de taludes ou à resistência à erosão devem ser descarregados pelo equipamento transportador durante a execução. Isso deve ser feito nas faixas externas de ambos os lados dos aterros, a fim de constituírem as zonas de taludes do futuro maciço do aterro.

Quando a inclinação transversal ultrapassar limite que o recomende – da ordem de 15 % –, deve ser feito um escalonamento no terreno natural. Isso deve ser realizado antes do início do aterro e com a construção no terreno de degraus executados totalmente em corte, longitudinalmente ao eixo. Com essas providências, evita-se o perigo de escorregamento do terrapleno, permitindo ainda a necessária compactação em camadas.

A camada superior dos aterros deve ter uma espessura mínima de 0,60m e deve utilizar material argiloso com ISC indicado em projeto em toda a largura da plataforma. Isso promove a adequada função para o revestimento primário ou para o futuro pavimento.

Quando concluída a penúltima camada do acabamento de terraplenagem (argilamento), a equipe de topografia deve verificar se o alinhamento do eixo e bordos não possui pontos de inflexão. Esses pontos destoam do traçado geométrico, mesmo que as notas de serviço estejam corretas. Desse modo, há possibilidade de correção do greide utilizando camadas de argila. Essa solução é melhor do que o uso de material indicado para pavimentação, já que este tem um custo muito maior.

Os ângulos de inclinação de talude de aterros devem ser respeitados conforme indicações do projeto. A alteração de tais ângulos pode provocar um aumento considerável na largura de plataforma, exigindo muitas vezes a escavação de empréstimos não previstos para completá-los.

Exceto os solos orgânicos, não existem solos que não possam ser aproveitados para os corpos de aterros.

Aqueles que possuírem baixa capacidade de suporte (ISC) e alta expansibilidade (maior que 4,0%) podem ser utilizados no núcleo dos aterros. Nesse caso, devem ser envolvidos por materiais de melhor qualidade até o limite de 3m abaixo do sub-leito ou conforme especificado em projeto. Um estudo específico para essa utilização deve ser elaborado pela Diretoria de Projetos do DER/MG.

O Engenheiro fiscal e sua equipe devem estar atentos para que os “off-sets” sejam marcados por nivelamento geométrico de forma a garantir a adequada plataforma acabada.

Os controles de taludes devem ser efetuados por nivelamento da crista do aterro para o devido afastamento da cruzeta da camada seguinte.

A espessura do material a ser lançado deve se adequar ao tipo de equipamento de rolagem (compactação) disponível na obra, limitado a 0,40m, na execução do corpo de aterro. Dessa forma, torna-se possível atingir o grau de compactação necessário.

A equipe de fiscalização deve observar os locais onde a fundação de aterro não oferece o suporte e estabilidade necessários a essa fase da obra. Os locais com ocorrência de solo mole e solo saturado devem receber estabilização prévia, antes mesmo da execução de aterramento. A Diretoria de Projetos deve ser consultada quanto às soluções e às alternativas possíveis.

Os alargamentos de aterro devem ser executados a partir do escalonamento do talude do aterro existente. Os patamares devem ter inclinação de 5% voltada para o interior do aterro para que possam receber as novas camadas. Os aterros em seção mista - com plataforma estreita - também devem receber escalonamento.

É prática comum encaminhar as águas que saem da junção entre os cortes e os aterros para fora do *corpo estradal*. O PP (ponto de passagem) é o lugar geométrico que une o corte ao aterro. Este é o ponto mais adequado para as saídas d’água durante a fase de execução dos aterros. Da mesma forma, não se deve deixar leiras de bordo durante a execução dos aterros ao final do dia de trabalho. Corre-se o risco de uma chuva noturna se acumular nos bordos e provocar erosões acentuadas.

A Equipe de Fiscalização deve observar em tempo hábil a execução das valetas de pé-de-aterro de forma a protegê-lo. Quando os “off-sets” de aterro caírem próximos aos cursos d’água, a fiscalização deve observar se o projeto prevê alguma obra de proteção. Se esse

tipo de obra não foi devidamente abordado no projeto, a Equipe de Fiscalização deve comunicar à Diretoria de Projetos para estudo de solução que contemple a proteção do pé do aterro.

Toda obra de construção de aterro deve adotar a compactação das camadas e das bordas para o centro da plataforma de modo que a crista não avance para o lado externo, provocando, assim, o alargamento indesejável do aterro.

É recomendável que, antes da operação de compactação, seja realizada uma verificação das unidades contidas na camada. Isso deve ser feito de modo que a compactação se realize nas condições ótimas de umidade, evitando, dessa forma, trabalho extra e desnecessário.

Execução de Aterros

A compactação com controle tecnológico de laboratório deve ser executada estritamente de acordo com as especificações de serviço referidas em projeto.

Aterro

Devem ser feitos panos experimentais nas primeiras camadas de aterro conforme o tipo de material. Isso determina o número de passadas adequadas para se atingir o grau de compactação especificado. O objetivo dessa medida é evitar o excesso de energia na compactação de camadas e a consequente descompactação.

Dentro dessa faixa de controle, outro procedimento prático é a utilização de trechos experimentais para se determinar o tipo de controle e o sistema de trabalho onde se possa medir ou determinar os dados abaixo para cada equipamento:

- Número de passadas;
- Velocidade de operação;
- Carga ou peso do lastro;
- Umidade e outros.

Deve haver estrita observância às especificações técnicas para o controle da compactação. Além disso, deve haver a conferência sistemática do equipamento mínimo exigido e do número de passadas nas diversas camadas, mantendo-se pessoal habilitado para apontamentos, registro e controle de laboratório.

A obra deve contar com equipamento de compactação apropriado e em quantidade suficiente, perfeitamente compatível com o volume a escavar. O Empreiteiro deve dispor ainda de laboratório de campo, montado no canteiro da obra. Também o local deve contar com pessoal habilitado para o controle sistemático da execução. A Fiscalização deve dispor do laboratório de campo para efetuar - com o pessoal do próprio Órgão Rodoviário – os ensaios que julgar necessários para as devidas verificações. Em tese, o controle deve ser feito pelo próprio Empreiteiro, mas com a supervisão do Órgão Rodoviário, sendo que este deve fazer ensaios periódicos sempre que julgar conveniente.

É exigido o espalhamento uniforme do material transportado em camadas com espessura (máxima de 0,40m, material solto), e para as três últimas camadas de acabamento (máxima de 0,30m, material solto). Essas camadas devem ser distribuídas em faixas longitudinais a partir dos bordos para o centro, usando continuamente equipamento adequado para uniformizá-las.

A Empreiteira deve disponibilizar os equipamentos de compactação compatível com o volume do aterro a ser executado. O Engenheiro Fiscal deve avaliar se o número de equipamentos é adequado à produção esperada para que a frota possa atender ao cronograma estipulado.

Mensalmente, deve ser emitido um relatório sobre o andamento das obras, conforme os modelos aprovados. Esses relatórios devem incluir os volumes, às áreas de serviço e as obras executadas no período referente ao mês anterior. O relatório deve conter ainda diagrama discriminando o avanço das obras, bem como perfil de progresso de terraplenagem obtido por nivelamentos mensais. Deve figurar também: o cadastro mensal das

obras de arte em execução, o revestimento primário, a proteção dos taludes, a vedação da faixa de domínio, dentre outros tópicos.

Imediatamente após alguma ocorrência, a Fiscalização deve remeter à Diretoria de Infraestrutura os informes importantes que possam representar alterações do ritmo das obras, tais como:

- Início de novas etapas;
- Chegada ou retirada do canteiro de serviço de algum equipamento;
- Paralisação temporária;
- Alteração substancial do Plano de Trabalho.

Execução de Acesso às Obras de Arte Especiais

Sempre que possível, deve-se executar o aterro de encabeçamento de O.A.E.'s antes da execução da obra. Os cortes e aterros que dão acesso às obras de arte especiais, tais como pontes e viadutos, só devem ser iniciados quando os projetos das referidas obras estiverem prontos e locados.

Durante a terraplenagem de OAE's, deve-se observar que:

- Os aterros devem ser feitos obrigatoriamente com material de boa qualidade em camadas de no máximo 0,20m compactadas;
- Os aterros com seus respectivos escalonamentos devem ser executados exatamente de acordo com as cotas e greide previstos no projeto. Isso deve ser feito de tal modo que ao ser implantada a obra de arte não seja necessária qualquer terraplenagem suplementar.

Na execução de tubulões, pegões, muros de arrimo, deve-se seguir os seguintes critérios:

- Qualquer escavação necessária para implantação dos muros de arrimo, pegões, tubulões ou pilares deve ser feita por métodos manuais e nas áreas estritamente necessárias;
- A qualquer custo, deve ser evitado o arrasamento manual – e principalmente mecânico – dos taludes naturais ou dos aterros já consolidados sob o pretexto de facilitar a construção da obra de arte.

O ideal é que esses aterros sejam projetados e executados de tal forma que a obra de arte a ser construída preencha os vazios do escalonamento deixados pela terraplenagem. O objetivo é dar a impressão que foi colocada uma obra de arte pré-moldada, sem a necessidade de serviço suplementar de terraplenagem ou mesmo concreto.

Os drenos verticais para descarga das águas pluviais que caem na superfície da OAE não devem ter saídas diretamente sobre a saia do aterro da OAE, de modo a evitar erosão e descalçamento das extremidades.

Distâncias de Transporte de Terraplenagem

A distância de transporte dos serviços de terraplenagem é medida entre o centro de gravidade do aterro e o centro de gravidade do corte ou de acordo com o Contrato.

Quando o volume de um corte é transportado para destinos diferentes, por exemplo, aterro e bota-fora, deve-se cubar os seus volumes, respectivamente, para que seja possível determinar os volumes de corte empregados em cada DMT utilizado.

Quando for alterado pela Fiscalização, o fluxograma dos movimentos de terra ou o estudo dos deslocamentos de volumes de terraplenagem fornecido com o projeto será sempre em função do custo final da obra.

O Empreiteiro pode manter depósitos de quaisquer materiais e nos pontos que julgar convenientes, sem ônus para a obra.

Em se tratando de bota-espera de material para acabamento de terraplenagem, este deve ser definido juntamente com a Fiscalização. Esses serviços devem ser remunerados, devendo ser objeto de adequação de projeto em fase de obra.

Devem ser levantadas quais as propriedades que têm potencial para uma passagem de gado. Com isso feito, o passo seguinte é solicitar do setor da Diretoria de Projetos, responsável pela desapropriação, todos os dados para que se faça a análise dos pedidos.

Obras de Arte Correntes

As obras de drenagem de grota devem anteceder consideravelmente a terraplenagem, porém acompanhando seu ritmo, evitando, assim, serviços desnecessários com a paralisação da obra.

Drenagem de Grota

Após a definição do melhor local para construção do bueiro, deve-se verificar se o terreno de fundação está compatível com a solução indicada em projeto. Caso contrário, a Diretoria de Projetos deve ser informada sobre as novas condições do terreno e, então, fornecer a fundação adequada ao caso.

Muitas vezes, os bueiros de grota são construídos fora do local do talvegue. Isso é feito para facilitar

o processo construtivo, quase sempre eliminando a fundação da obra. Nesses casos, há a necessidade da execução do dreno de talvegue. Não considerar esse procedimento é uma das causas mais comuns de rompimento de aterros, que ocorrem geralmente muitos anos após a construção da rodovia.

Deve ser feita a inspeção visual dos tubos de forma a impedir que tubos com problemas de fabricação sejam utilizados na construção dos bueiros. Na construção dos bueiros, essa inspeção visa impedir a utilização de tubos com deformação causada no processo de cura, trincas, nicho e outros defeitos que possam vir a comprometer a obra.

Deve ser exigida a execução dos controles tecnológicos dos tubos de concreto. O procedimento deve verificar se atende à NBR 8890/2007, principalmente ao ensaio de compressão diametral para a comprovação da classe do tubo especificada no projeto.

Deve ser observada a largura de escavação da vala para o assentamento dos bueiros para permitir que o reaterro seja executado de forma adequada. Também deve ser avaliada a profundidade e o tipo de solo em que está sendo implantada a obra, verificando-se a necessidade ou não de escoramento da vala.

O reaterro dos bueiros deve obedecer rigorosamente aos dados especificados em projeto, devendo-se executar as camadas iniciais com compactação manual até uma altura mínima de 0,30m sobre a geratriz superior do bueiro. Somente após atingir esta espessura é que pode ser iniciada a compactação com os equipamentos mais pesados.

Na análise do aproveitamento dos bueiros com tubos de concreto, deve-se verificar a possibilidade de haver algum problema como quebra de tubo ou mesmo se eles estão selados. Identificado o problema, deve-se verificar sua evolução e correção.

Muitas vezes, quando é utilizado equipamento pesado na execução do aterro, ocorre a quebra de execução do aterro, a quebra de algum tubo ou mesmo o deslocamento deles. Se o problema surgiu durante a construção, é preciso observar: se o bueiro estiver atendendo à parte hidráulica, se não houver abatimento do aterro ou erosão interna ou se o corpo de aterro for constituído de solo coesivo. Nesses casos, o bueiro ainda pode ser aproveitado sem a necessidade de intervenção de recuperação.

Na análise do aproveitamento dos bueiros metálicos. aplica-se o mesmo raciocínio do parágrafo anterior.

Caso encontremos bueiros danificados pela corrosão e estes atendam ao aspecto hidráulico, pode-se aproveitar o bueiro fazendo-se a recuperação com o uso de concreto armado no fundo, até a uma altura de 1/3 de seu diâmetro. Também poderão ser aproveitados os bueiros que apresentarem amassamento ao longo de seu comprimento ou mesmo em ponto localizado desde que não existam sinais de evolução do problema.

A declividade de assentamento dos bueiros tubulares deve, sempre que possível, ser maior que 1,5 % e menor que 2,0 %. No caso de bueiros celulares, a declividade deve ser maior que 0,5 % e menor que 1,0 %. Essa declividade garante a autolimpeza sem provocar erosão no solo.

Para bueiro tubular com declividade de até 10 %, desde que seja assentado em vala, não há necessidade da construção dos "gigantes", que são aquelas saliências executadas em concreto na laje inferior para evitar a movimentação do bueiro de ancoragem.

Os bueiros implantados nas vias rurais são em quase sua totalidade obras curtas. Isso faz com que as suas bocas à montante ou caixa coletora e a boca à jusante exerçam a função de travamento, impedindo que haja o escorregamento dos tubos. Lembrar também que implantação em vala proporciona um bom travamento da obra.

Quando o talvegue conduzir um curso d'água perene, deve-se evitar que a cota da geratriz inferior do bueiro fique muito acima do terreno natural. Esse cuidado impedirá que ocorra o represamento que pode trazer danos ao corpo do aterro.

Na execução do Berço, Contra berço, Boca e Caixa Coletora dos Bueiros utiliza-se o concreto ciclópico. Ele consiste em concreto com uma determinada resistência, especificada em projeto, com adição de 30% de pedra de mão. Onde ele é utilizado, deve ser realizada uma rigorosa fiscalização, já que, na prática, a proporção de pedra de mão tem sido muito maior. Em alguns casos, a proporção especificada chega a ser invertida.

Na execução de bueiro pelo método não destrutivo, ou seja, sem remoção de aterro (túnel liner), o controle topográfico deve ser rigoroso para a garantia da declividade e para o alinhamento previstos no projeto.

Bueiros tubulares existentes que não possuem berço podem ser aproveitados. O berço de um bueiro tubular possui duas funções principais: garantir a estanqueidade e proporcionar uma maior resistência ao tubo em relação aos esforços da compressão diametral.

Devem ser aproveitados, independentemente de seu diâmetro, todos os bueiros tubulares que estiverem em

boas condições de conservação, sem comprometimento da estabilidade de sua estrutura, limpos e sem a presença de erosão à jusante.

Em situações onde o bueiro apresentar uma declividade muito acentuada, i > 4,0 % e o solo não for coesivo, deve ser construído um dissipador de energia na sua saída.

Em um trecho em região montanhosa, se o bueiro tiver uma declividade de implantação muito forte (por exemplo 8,0 %), pode ser projetada uma caixa coletora à montante mais profunda, com H = 3,50m, cujo objetivo é reduzir essa declividade.

Não deve ser implantada caixa coletora com altura superior a 3,50m pois isso dificulta os serviços de manutenção.

Quando um bueiro estiver parcialmente ou até mesmo totalmente assoreado, a avaliação para fins de seu aproveitamento deve ser criteriosa e deve considerar que:

- Primeiramente, deve ser feito um nivelamento do terreno natural à jusante para que seja possível avaliar a extensão e o volume de escavação da vala para que o bueiro volte a funcionar de forma adequada. Deve ser limpo, para possibilitar a sua avaliação estrutural.
- Caso esteja em bom estado e o assoreamento não tiver como causa a implantação errada do bueiro, com sua entrada ou saída enterrada, o bueiro pode ser aproveitado.

Quando um bueiro for implantado numa região de encosta, a sua descida d'água à jusante deve ter comprimento suficiente para lançar o deságue em local seguro. Essa situação, muitas vezes, gera descidas d'água muito longas, superiores a 100m e deve-se, então, procurar concentrar os escoamentos em um ou dois bueiros. A solução, nesse caso, é coletar as águas utilizando-se de caixas coletoras e conduzi-las, através de bueiro de greide longitudinal, até os locais de deságüe determinados pelo projeto. A distância das caixas coletoras no bueiro longitudinal não deve ser superior a 60m para que seja possível realizar os serviços de manutenção.

Quando o solo de fundação de um bueiro for de boa qualidade, não há necessidade da execução do empedramento ter como função melhorar as condições de fundação para o bueiro. Nesse caso, o berço deve ficar apoiado diretamente no terreno.

Antes da execução da boca à montante de um bueiro ou da caixa coletora à montante, deve-se verificar seu posicionamento e sua cota. Muitas vezes a, boca à montante de um bueiro não fica bem posicionada em relação à direção de entrada do curso d'água, passando, então, a ocorrer erosão ao lado de sua ala. Já no caso da caixa coletora à montante, a sua parede pode ficar alta dificultando a entrada da água, implicando erosão e, até mesmo, infiltração do lado de fora de suas paredes.

O "cut-off" ou martelo (que é o anteparo posicionado nas bocas montante e jusante) deve ser construído nos bueiros onde existem escoamentos perenes das águas. Ele tem como função impedir que as águas superficiais percolem pela fundação. O bueiro com tubo tipo "Ribloc" deve ser executado rigorosamente de acordo com as recomendações e especificações do fabricante. Esse tipo de material pode apresentar problemas ou até mesmo romper, caso não haja o atendimento às especificações do fabricante.

As bocas do bueiro tipo "Ribloc" podem ser em concreto ou gabião. Já as bocas do bueiro metálico tipo "Armco" podem ser em concreto, gabião ou até mesmo em "Rip-rap", que são sacos com mistura de solo-cimento.

Os martelos das alas dos bueiros e paredes de caixas coletoras devem ser paralelos ao eixo da rodovia, mesmo que os bueiros sejam esconsos.

Deve-se verificar o aspecto das formas de madeira a serem empregadas na concretagem desprezando aquelas que estejam empenadas, trincadas, com excesso de nós ou desgastadas. É importante ressaltar que tal cuidado é essencial para as obras em concreto aparente.

É de bom senso limitar a emissão de ordem de serviço para os bueiros até 5 km de extensão, liberando novas frentes quando 60% das ordens anteriores já tiverem sido executadas.

Drenagem Superficial

Os bueiros de greide devem ser preferencialmente executados após a conclusão dos serviços de terraplenagem, evitando, assim, que alguns empréstimos os tornem inadequados.

Para os tubos a serem utilizados nos bueiros de greide, recomenda-se os mesmos controles adotados para a drenagem de grota. Isso porque, mesmo que os dispositivos de drenagem estejam bem dimensionados, sua vida útil depende diretamente da qualidade dos materiais utilizados na sua execução. Dessa forma, é possível preservar a integridade do *corpo estradal*.

Na execução dos dispositivos de drenagem superficial, deve-se certificar que as dimensões do concreto e

a sua forma estejam de acordo com o projeto. Deve-se tomar também o cuidado de apiloar o fundo das escavações, necessárias à implantação dos dispositivos de drenagem.

Bueiro de greide

A fiscalização da obra deve fazer o ajuste do projeto no campo no que diz respeito à necessidade dos dispositivos projetados e à sua localização, considerando as modificações que normalmente são feitas na obra. Citamos, como exemplo, o caso em que, num determinado trecho, a sarjeta de corte e o bueiro de greide foram projetados num corte, mas foi preciso fazer um empréstimo nesse corte e a remoção de todo material. Nesse caso, não há, então, mais necessidade de sarjeta de corte e, muitas vezes, pode-se eliminar até mesmo o bueiro de greide.

Nas saídas d'água de corte, há necessidade de dissipador de energia, caso seu deságue se dê em solo não coesivo do tipo arenoso ou siltoso.

Quando o terreno for plano e existir vegetação do tipo grama, no final de uma descida d'água em aterro, não há necessidade de se implantar qualquer tipo de dissipador de energia.

Ao instalar uma valeta de proteção revestida de concreto, esta deve ser encaminhada até a boca à montante ou caixa coletora do bueiro. Na maioria dos casos, não é conveniente terminar o deságue antes que se construa um dissipador de energia no local. Nesse caso, as águas podem se concentrar novamente e vir a causar erosão no solo se ele não for coesivo.

No corte, quando existir em sua encosta à montante uma vegetação densa até a crista, não há necessidade de implantação de valeta de proteção. Nessa situação, a vegetação retém a água, protegendo o corte. Não faz sentido, portanto, executar desmatamento para construção da valeta.

A valeta de proteção de corte, quando interceptar um volume significativo de águas superficiais e possuir uma declividade na descida muito acentuada, deve ser executada em degraus. Desse modo, pode proporcionar a dissipação de energia do escoamento, evitando, assim, a formação de sulcos no concreto com posterior erosão do solo.

Sempre que possível, as sarjetas de banqueta de corte devem ser conduzidas para a valeta de proteção.

Nos cortes onde houver uma camada de argila em seu coroamento com espessura maior ou igual a 2m, não há necessidade de revestimento em concreto na valeta de proteção.

As escavações das sarjetas de corte e das sarjetas de aterro devem ser sempre executadas manualmente. A execução de sarjetas com emprego de equipamentos do tipo retro-escavadeira pode provocar desagregação e desestruturação das camadas de pavimento. Isso resulta, nesse local, num ponto fraco entre a base e a sarjeta.

Sarjeta

É importante ressaltar que a espessura das sarjetas deve ser sempre verificada.

Devem-se evitar comprimentos de sarjeta de corte maiores que 250m, mesmo que o cálculo de dimensionamento permita. Isso porque existe a possibilidade de retenção de detritos, fazendo com que a água vá para a pista, causando, assim, acidentes aos usuários da via

ou mesmo provocando erosões pelo acúmulo de água fora de seu leito.

Quando a escavação para execução da sarjeta exceder a uma profundidade maior do que a necessária, o material de enchimento deve ser apiloado.

Caixa Coletora

Ao implantar um pavimento numa largura menor que a da terraplenagem já implantada anteriormente, a sarjeta de corte deve ser posicionada no pé do corte.

A implantação das sarjetas de corte ou de aterro deve ser feita de forma criteriosa, de maneira a se construir apenas o estritamente necessário.

As caixas coletoras devem ser posicionadas sempre para dentro do corte, de forma a oferecer maior segurança aos veículos e aos pedestres.

Drenagem Profunda

Quando for observada a presença de água durante a escavação de um dreno profundo, a fiscalização deve consultar a Diretoria de Projetos para obter solução específica para o caso.

Quando a drenagem profunda exigir a utilização de tubos de concreto poroso ou perfurado, deve ser feito o rejuntamento dos tubos com argamassa com traço de 1:3.

Nos drenos profundos onde for utilizada areia no preenchimento da vala, esta deve ser adensada com água em duas etapas (meia vala e vala inteira).

Deve-se construir caixa de passagem com 1,50m de profundidade e com dimensões de 0,80 x 0,80m com tampa de concreto. Isso permite a execução dos serviços de manutenção, lembrando ainda que a distância entre as caixas deve ser de, no máximo, 60m.

Deve-se executar os terminais de dreno profundo, pois isso facilita os serviços de manutenção. Os terminais podem ser feitos em peças pré-moldadas.

Dreno Profundo

Na execução dos drenos laterais de base e dos drenos transversais, a fiscalização deve fazer com que a construção esteja de acordo com as especificações da obra.

Após a abertura da vala, deve-se fazer a limpeza e compactar o fundo. Isso é feito de forma a garantir a declividade projetada, que deve ser a declividade do greide, mas nunca inferior a 0,5%.

No enchimento da vala com os agregados, deve-se fazer o coroamento (excesso de volume), para ajudar no adensamento dos materiais, evitando afundamentos futuros.

Sempre que possível, deve-se descarregar o dreno de pavimento no dreno profundo.

Deve-se sempre executar os terminais de drenos de pavimento, pois isso facilita os serviços de manutenção. Os terminais podem também ser em peças pré-moldadas.

Pavimentação

Exploração de Jazidas

Todas as jazidas indicadas em projeto ou aquelas definidas no trecho devem ter seus volumes e características técnicas verificados durante a obra. Antes da sua exploração, as licenças dos órgãos ambientais e do Departamento Nacional de Produção Mineral devem ter sido emitidas.

A negociação com o proprietário dos materiais a serem adquiridos (jazidas) deve seguir as orientações da Diretoria de Infraestrutura. Os acessos às jazidas (abertura e manutenção) são de responsabilidade da empresa contratada e os serviços relacionados a esses procedimentos não são objeto de medição.

A limpeza da área da jazida deve seguir critérios técnicos de desmatamento, de forma que o material não seja contaminado ou extinto. Em jazidas com pequena espessura de cascalho, recomenda-se que o desmatamento seja realizado pela utilização de fogo, após a execução de um aceiro em torno de seu perímetro. Em jazidas com grande espessura de cascalho, recomenda-se que o desmatamento seja executado com a utilização de máquinas leves de esteira e lâmina. Nesse caso, o produto da limpeza deve ser estocado para posterior recobrimento da área explorada.

Em ambos os tipos de jazida, a área deve ser recuperada dentro dos critérios de conservação e preservação ambiental previstos em contrato. Isso inclui a execução de camaleões (leiras) em curvas de nível ou bacias de contenção para evitar erosões.

A exploração da jazida deve ser realizada de forma que o material extraído seja uniforme em toda área e profundidade exploradas.

Deve ser evitada a raspagem por máquinas de lâmina a partir da superfície da jazida para formação de material. Essa prática causa a produção de materiais heterogêneos, tanto no início quanto no final da exploração, já que, na superfície, encontram-se os materiais mais granulares e, em profundidade, os materiais mais finos.

A exploração correta de uma jazida se dá pela abertura de testas ou taludes verticais. A partir deles, retira-se de uma só vez – por meio de carregadeiras ou escavadeiras – toda a espessura de material que foi definido nos furos de sondagem. Recomenda-se utilizar máquinas leves para a exploração de jazidas, com profundidade de até 1,30m.

Regularização do Subleito

O acabamento da terraplenagem e a regularização do subleito devem ser executados dentro dos critérios técnicos estabelecidos em projeto. Isso deve ser feito considerando as especificações apropriadas e a utilização de materiais de características técnicas comprovadas. A exploração dos empréstimos segue as mesmas recomendações para as jazidas, inclusive sua recuperação ambiental.

A Equipe de Fiscalização deve ter cuidado especial quanto à espessura de camada, à umidade e à homogeneização dos materiais.

Recomenda-se que nos estudos de empréstimos, seja avaliada a possibilidade do aumento de energia de compactação, de modo a se obter maior densificação desses materiais. Também se recomenda, a partir do acabamento da terraplenagem, o uso da deflectometria com o auxílio da viga Benkelman, como medida auxiliar ao controle tecnológico convencional.

Após a execução dessa camada e de sua respectiva liberação, ela deve ser imediatamente recoberta com material de sub-base ou de base, de forma a se evitar sua retração e degradação. Vale ressaltar que a execução da regularização dos subleitos somente deve ser liberada após a execução dos drenos profundos nos locais em que estejam previstos.

Sub-base e Base de Solo Estabilizado Granulometricamente

A execução das camadas de sub-base e de base devem seguir os critérios técnicos de projeto e especificações pertinentes. Todos os materiais previamente avaliados durante a obra devem atender às características técnicas previstas.

A Equipe de Fiscalização deve ter um controle efetivo dos desvios de umidade em torno da umidade ótima. Essa faixa de umidade deve ser definida previamente por meio do ensaio de ISC - Índice de Suporte Califórnia.

O controle da densidade aparente no *in situ* deve atender aos critérios de graúdos abaixo da peneira ¾'. Em se tratando de materiais com grande percentual de graúdos acima dessa bitola, a correção é feita em ábaco adequado pelo Método das Densidades Reais, em ábaco próprio.

O acabamento superficial da camada é feita sempre por corte, pelo uso da lâmina da moto niveladora, de forma a evitar solas na superfície. Não se admite correções de espessura por aterros nessas camadas em razão da formação de solas não consolidadas. Também não se admite bolsões segregados e bolsões de umidade na camada, de maneira que possa levar à desagregação e à deformações plásticas (chamadas borrachudos).

A Equipe de Fiscalização deve atentar para que os tocos, raízes e matérias orgânicas sejam removidos durante a fase de espalhamento.

As bases e sub-bases com misturas do tipo solo-solo, solo-areia, solo-brita e solos-aditivos hidráulicos devem ser criteriosamente avaliadas quanto à sua homogeneização.

Recomenda-se que, em misturas de cascalhos com argila, esta deve ser previamente pulverizada no empréstimo (argileiro), de maneira a eliminar os torrões muito comuns em sua constituição. Para isso, utilizam-se grades de discos ou pulvimisturadores em um local reservado no próprio empréstimo. Somente a partir daí é que o material deve ser liberado para o transporte e para a mistura com o outro solo.

Nas obras em que o Tratamento Superficial for previsto como revestimento, a execução das sarjetas deve ser efetuada logo após a execução da base, de maneira que esse dispositivo fique nivelado nessa superfície. Tal prática evita o confinamento lateral do revestimento.

Revestimento Betuminoso

Agregados

Todos os revestimentos asfálticos constituem-se de associações de ligantes asfálticos, de agregados e, em alguns casos, de produtos complementares.

Quanto à distribuição dos grãos, a norma DNER-ME 035/95 determina os tamanhos de peneiras a serem usados na análise granulométrica e a norma DNER-ME 083/98 trata do procedimento de análise por peneiramento.

A norma DNER-PRO 120/97 fixa as exigências para amostragem de agregados em campo e a norma DNER-PRO 199/96 determina as condições na redução de uma amostra para ensaios de laboratório.

Devem ser observadas ainda as seguintes normas:

- DNER-ME 053 – Misturas Betuminosas – Porcentagem de Betume;
- DNER-ME 055-64 – Impurezas Orgânicas em Areia;
- DNER-ME 078 – Agregado Graúdo – Adesividade a Ligante Betuminoso;
- DNER-ME 079 – Agregado – Adesividade a Ligante Betuminoso;
- DNER-ME 081-98 – Determinação da Absorção e da Densidade de Agregado Graúdo;
- DNER-ME 083 – Agregados – Análise Granulométrica
- DNER-ME 086-64 – Determinação do Índice de Forma de Agregado.

Antes da execução de qualquer revestimento betuminoso, recomenda-se que os materiais disponíveis (agregados e ligantes) sejam encaminhados para o laboratório da Diretoria de Projetos, DP-DER/MG, para sua caracterização e dosagem. Assim, somente após a elaboração dessa dosagem é que devem ser liberados os trabalhos executivos.

Embora muitas vezes as fontes sejam indicadas em projeto, para não atrasar a obra, o Engenheiro Fiscal e sua equipe devem avaliar se o fornecedor dos materiais tem capacidade de produzir o volume de agregados dentro do cronograma estipulado em contrato.

A Equipe de Fiscalização deve avaliar previamente se o laboratório de controle de campo da Empreiteira está preparado para controlar efetivamente a execução do revestimento betuminoso, considerando equipamentos, instrumentos e pessoal técnico capacitado.

É muito importante que, durante a execução dos serviços, os materiais mantenham as mesmas características técnicas originais para que a dosagem já definida não seja alterada. Caso ocorram alterações, uma nova dosagem deve ser providenciada junto ao laboratório da DP.

A Equipe de Fiscalização também deve estar atenta à qualidade dos materiais, principalmente quanto a sua contaminação, evitando, assim, alterações indesejáveis e prejudiciais à qualidade do serviço final. Para isso, é fundamental a análise diária dos resultados obtidos nos ensaios de controle tecnológico.

Para isso, devem ser consultadas as seguintes normas:

- DNIT 03/2004 –ES – Pavimentos Flexíveis - Concreto Asfáltico – Especificação de Serviço;
- DNER 03-99 – Determinação da Penetração de Materiais Betuminosos;
- DNER 04-94 – Viscosidade Saybolt Furol;
- DNER 05-73 – Peneiração de Misturas Asfálticas;
- DNER 43-95 – Misturas Asfálticas a Quente – Ensaio Marshall;
- DNER 53-94 – Porcentagem de Betume;
- DNER 54-97 – Equivalente de Areia;
- DNER-ME 78-63 – Adesividade de agregado qraudo a ligante betuminoso;
- DNER-ME 79-63 – Adesividade de agregado a ligante betuminoso.

Recomenda-se que o Engenheiro Fiscal visite os depósitos de materiais (jazidas e pedreiras) no mínimo duas vezes por semana. Também é indicado que o laboratório de campo seja visitado por no mínimo duas horas diárias. Nesse período, o Engenheiro Fiscal deverá acompanhar alguns ensaios e algumas análises e avaliar os resultados de ensaios elaborados no dia anterior.

Um controle tecnológico efetivo é aquele que promove adequações e procedimentos que visem à qualidade da obra. Portanto, é função primordial do engenheiro fiscal e de sua equipe a análise diária dos resultados encontrados em laboratório.

Tratamentos Superficiais

Exige-se da Equipe de Fiscalização o conhecimento prévio das características dos agregados utilizados para que não apresentem quebra durante o processo de rolagem da camada. Isso possibilita adequar o tipo de rolo liso metálico a ser utilizado nesse processo.

Antes da execução do Tratamento, deve-se observar os seguintes aspectos:

- Efetuar a varrição da pista (imprimada, no caso de aplicação sobre a base) para eliminar todas as partículas de pó;
- Efetuar a limpeza e a regulagem dos bicos espargidores, pois a uniformidade e a regularidade da aplicação do ligante são fundamentais no desempenho do revestimento;
- A barra de espargimento deve manter a altura uniforme e adequada sobre a superfície do pavimento;
- Os bicos e os leques de distribuição devem estar posicionados tanto na angulação como na abertura adequada para aspergir o ligante sem falhas e sobreposição;
- A bomba deve manter a pressão de aspersão constante em qualquer ponto da barra espargidora.

Tratamento superficial

Recomenda-se o ajuste das taxas de agregado em campo para evitar os excessos e consequentes desagregações após a liberação do tráfego. Isso pode ser conseguido por meio de menor abertura do spreader (distribuidor de agregados) e posterior lançamento manual das quantidades faltantes. As sobreposições de agregados são indesejáveis e ocorrem pelo excesso de lançamento destes sobre a superfície da pista. Assim, é mais fácil adicionar agregado manualmente do que retirá-los com rastelos.

A temperatura para aplicação do ligante é determinada em função da relação viscosidade-temperatura.

A compressão do agregado é realizada imediatamente após o seu lançamento na pista. Nos trechos em tangente, ela deve começar pelas bordas e prosseguir para o eixo. Já nos trechos em curva, a compressão deve ser sempre da borda mais baixa para a borda mais alta. Deve-se observar ainda que cada passagem do rolo deve ser recoberta pela subsequente em pelo menos metade da largura.

Nas primeiras 48 horas após a liberação do Tratamento Superficial ao tráfego, é fundamental que sejam mantidos os processos de molhagem e varredura da pista. Isso possibilita mantê-la fria, evitando-se o agarramento dos pneus nos agregados, bem como a remoção (a partir da varrição) daqueles que, porventura, tenham sido deslocados pelo tráfego. Esse procedimento deve ser mantido até que haja uma prévia consolidação do Tratamento Superficial.

Para que ocorra um melhor travamento entre a brita 1 e a brita 0, recomenda-se que tenham as seguintes bitolas para diâmetro máximo e mínimo:

Brita 1 passado na peneira de 7/8” (22,23 mm);
retido na peneira de 3/8” (9,52 mm);

Brita 0 passado na peneira de 3/8” (9,52 mm);
retido na peneira de 3/16” (4,8 mm).

Recomenda-se que os banhos de ligantes e de agregados sejam escalonados nas juntas transversais e longitudinais. Isso é feito de modo a evitar sobreposição e consequente exsudação e/ou desagregação. Utiliza-se para isso o papel “CRAFT” fixado nas extremidades de cada banho. O escalonamento longitudinal pode ser conseguido pela eliminação do bico espargidor que fica na extremidade da barra.

Do mesmo modo, a correção dos locais exsudados se dá pela remoção de todo o revestimento danificado até a camada de base e a reconstrução de um novo revestimento.

Concreto Betuminoso

Concreto Betuminoso

A Equipe de Fiscalização deve exercer uma supervisão efetiva dos controles de usinagem de massa asfáltica para que seja possível manter a qualidade do produto e de sua aplicação.

Para isso, deve exigir diariamente que o laboratório de obra efetue:

- Análise granulométrica dos materiais nos silos frios, avaliando se estão de acordo com as mesmas características da dosagem original;
- Controle de recebimento de ligante asfáltico antes de sua descarga nos tanques da usina por meio dos ensaios de caracterização;
- Controle de temperatura do ligante antes e durante a usinagem;
- Coleta do usinado e extração de betume no primeiro caminhão antes da liberação de massa para a pista e, no mínimo, mais duas vezes por dia de usinagem;
- Análise granulométrica da mistura após a extração de betume, de modo a verificar o seu enquadramento na faixa de trabalho do traço de projeto.

Na pista, deve-se estar atento para que a acabadora tenha o dispositivo de vibração e de aquecimento da mesa em pleno funcionamento.

Acabadora de Asfalto

Deve-se observar também se os rolos de pneus estão lastreados e se os compressores atuam de modo a variar as pressões nos pneus.

Rolos compactadores

Deve-se averiguar a temperatura de aplicação da massa de cada caminhão que chega à frente de serviço. Isso é feito para manter o trabalho dentro da faixa de temperatura indicada em projeto ou de acordo com a curva de viscosidade x temperatura do ligante.

O aquecimento excessivo da mistura é indicado, normalmente, por emanação de fumaça de coloração azul. Quando a temperatura da mistura está baixa, ela apresenta aspecto endurecido e, em caso de excesso de umidade, ocorre a liberação de vapor d'água durante o processo de descarregamento do caminhão transportador.

Quando há a contaminação com substâncias indesejáveis, principalmente devido à má limpeza das caçambas, deve ser avaliado se a contaminação é em pequena quantidade e se, nesse caso, pode ser removida. No caso de contaminação em grande quantidade, a carga deve ser rejeitada.

A compressão da massa asfáltica deve atender ao valor mínimo do grau de compressão indicado em projeto. Para isso, devem ser conjugados rolos lisos de aço e de pneus, em passadas suficientes e efetivas para atingir a densidade necessária. Isso deve ser executado tomando o cuidado para que não ocorram as formações de frisos e imperfeições provocadas pelo excesso de rolagem. A escolha do padrão de rolagem adequado deve ser realizada pela execução de uma pista-teste com monitoramento das densidades. Nela, deve ser definido o número de passagens necessárias para uma cobertura da largura da faixa ou pista. Também são definidos o número de repetições necessárias para alcançar o grau de compactação de projeto, a velocidade de rolagem e a faixa de temperatura correta de aplicação e de rolagem.

A rolagem de compactação pode começar com rolos compactadores vibratórios ou rolos tandem lisos estáticos. Em seguida, são utilizados, então, os rolos de pneus, sendo a rolagem de acabamento executada com rolos tandem lisos estáticos. Em caso de camadas com granulometria descontínua, a rolagem deve ser realizada somente com rolo tandem liso estático para se evitar segregação.

As segregações devem ser evitadas na pista por meio do salgamento desses pontos. E a aplicação da massa deve ser precedida do salgamento delgado da base pintada.

Problemas Decorrentes de Execução Inadequada

Falha de bico espargidor

Exsudação

Afundamento plástico nas trilhas de roda

Afundamento por consolidação nas trilhas de roda

Desagregação por deficiência de ligante

Desgaste

Afundamento plástico (borrachudo)

Trinca de retração

Exudação

Afundamento por consolidação nas trilhas de roda

Afundamento plástico nas trilhas de roda

Desagregação por deficiência de ligante

Obras de Arte Especiais

Obra de Arte Especial

Leitura e Análise de Projeto

Antes da execução das obras de artes especiais, o Engenheiro Fiscal deve analisar e conferir os seguintes detalhes:

- Cotas (greide, assentamento e arrasamento das fundações) e elementos de curva vertical e horizontal com o projeto geométrico;
- Conferir desenho de locação das fundações antes da marcação no campo e verificar se a posição está coerente com o projeto geométrico;
- Comparar o perfil natural do terreno com o representado no projeto e verificar se houve ou não alteração do perfil natural do terreno atual;
- Analisar os boletins de sondagem (local dos furos, materiais e resistência) durante a execução da fundação.
- Conferir se no projeto estão representados todos os desenhos necessários à construção de formas e armações

O Engenheiro Fiscal deve consultar o projetista (DP/GPE) sempre que houver dúvidas e discrepâncias em relação aos itens acima.

Dosagem de Concreto

O procedimento para dosagem do concreto deve ser conforme a norma brasileira NBR- 6118 e de acordo com a dosagem racional de projeto.

Infraestrutura (Fundações)

As fundações devem ser regidas pela norma NBR-6122: 1996 – Projeto e execução de fundações – Procedimento e pelas especificações particulares contidas no projeto executivo.

Principais tipos de fundação:

- Fundações Rasas: Sapatas e blocos;
- Fundações Profundas: Fundações estaqueadas, fundações em tubulões.

Controles para Fundações Rasas

O Engenheiro Fiscal e o tecnologista de concreto devem proceder inspeção minuciosa do terreno de assentamento da fundação, verificando se as cotas de apoio e de arrasamento são condizentes com o especificado em projeto. Além dessa análise, ambos profissionais precisam verificar outros aspectos, tais como:

- Analisar a possibilidade de erosão ou descalçamento da fundação se houver no local a evidência de solos arenosos e/ou siltosos.
- Avaliar após a cota prevista de arrasamento da base, a necessidade de chumbamento da mesma quando assente em rocha.
- Verificar a necessidade do uso de ensecadeira e também de bombas para esgotamento d'água. Isso no caso de execução de blocos onde o N.A. estiver acima das cotas de assentamento.
- Verificar a realização de revestimento da cava com concreto magro na regularização da base e chapisco nas suas paredes laterais em caso das paredes serem a forma.
- Avaliar a qualidade e a resistência do concreto por meio da moldagem de corpos de prova.

Em caso de anomalias executivas, devem verificar as providências a serem tomadas junto ao projetista (DP/GPE).

Controle para Tubulões

Seguem, abaixo, os controles mínimos necessários para o acompanhamento da cravação de tubulões:

1. Controlar o registro no boletim diário;
2. Seguir a numeração do tubulão, conforme o projeto
3. Coletar amostra a cada metro e comparar com o boletim de sondagem;
4. Identificar os furos de sondagem mais próximos de cada tubulão;
5. Registrar as cotas de apoio e de arrasamento;
6. Fazer inspeção do terreno de assentamento da fundação para verificar se está compatível com o de projeto;
7. Registrar as dimensões reais da base alargada
8. Registrar o nível do lençol freático na época da construção;
9. Verificar se a taxa de trabalho do solo indicada no projeto está condizente com a do ponto de assentamento da base;
10. Registrar as cotas de escavação a céu aberto e via ar comprimido para posterior medição;
11. Registrar o tipo de camisa utilizada: concreto, metálica ou nenhuma;
12. Controlar e classificar o tipo de material escavado metro a metro (comparar com a sondagem) e descrever os equipamentos utilizados;
13. Registrar o comprimento, diâmetro/espaçamento das armaduras;
14. Registrar a classe do concreto e do volume real aplicado;
15. Registrar o deslocamento e o desaprumo real ocorrido;
16. Registrar as observações adicionais sobre quaisquer ocorrências não previstas em projeto durante a execução e também as providências tomadas.

Tolerâncias executivas quanto à excentricidade (deslocamento)

É tolerado sem necessidade de qualquer providência, o desvio entre o eixo e o ponto de aplicação real de carga de até 10% do diâmetro do fuste. Entretanto, sempre que os desvios forem maiores do que 10% do diâmetro do fuste, informar ao projetista (DP/GPE) para que seja redimensionado o tubulão.

Tolerâncias quanto ao desaprumo

Tolera-se, sem necessidade de medidas corretivas, um desvio angular de até 1%, mas desvios maiores requerem verificação de cálculo junto ao projetista (DP/GPE).

Controle para Estacas Metálicas

Caso exista a possibilidade local de erosão e de desconfinamento das estacas, deve-se comunicar ao projetista (DP/GPE). Também deve ser feito ensaio de PIT (Integridade das estacas) em todas as estacas executadas. Devem ser feitas, ainda, provas de carga dinâmicas em pelo menos 3% das estacas, conforme norma NBR 13208 - Ensaios de Cargas Dinâmicas.

a) Controles gerais

Os Perfis devem atender às prescrições do projeto quanto à forma, à dimensão e à resistência.

As estacas metálicas devem ser estocadas em locais protegidos contra oxidação, em pilhas de no máximo 3 camadas, para evitar empeno por flexão (Apoio em cavaletes de madeira e recobertos com lona).

Tolerâncias construtivas admissíveis:

- Deslocamento máximo da cabeça < 5 cm;

- Desaprumo máximo de 1%.

Desvios maiores devem ser informados ao projetista (DP/GPE) para providências.

As emendas feitas com solda elétrica devem ser em conformidade com o projeto.

Caso haja possibilidade local de erosão e de desconfinamento das estacas, consultar ao projetista (DP/GPE).

b) Controles de cravação

Deve ser feito diagrama de cravação das estacas. Deve ser analisado e aprovado previamente o Plano de cravação/equipamentos.

Estacas danificadas pela cravação, com defeitos de fabricação, emendas mal executadas, deslocamento e/ou desaprumo excessivos, devem ser corrigidas, às expensas da contratada, da seguinte forma: a estaca deve ser arrancada, preenchendo-se o furo com areia e nova estaca deve ser cravada. Caso não seja possível o arrancamento, uma segunda estaca adjacente deve ser cravada após redimensionamento do bloco pelo projetista, devendo ser elaborado um relatório de controle de negas.

Controles para Estacas Pré-Moldadas de Concreto

a) Controles gerais

As formas, dimensões e capacidade de carga, devem atender às prescrições do projeto:

- O deslocamento máximo da cabeça < 5 cm;
- O desaprumo máximo de 1%.

As emendas devem ser feitas com o uso de anéis metálicos em suas extremidades, por meio de solda conforme projeto.

Caso haja possibilidade local de erosão e desconfinamento das estacas, o Engenheiro Fiscal deve informar o projetista (DP/GPE) e adotar os procedimentos por ele indicados.

b) Controles de cravação

Deve-se analisar e aprovar previamente o Plano de cravação/equipamentos em consonância com a obra. Deve ser feito diagrama de cravação das estacas.

Estacas danificadas pela cravação, com defeitos de fabricação, emendas mal executadas, deslocamento e/ou desaprumo excessivos, devem ser corrigidas, às expensas da contratada, da seguinte forma: a estaca deve ser arrancada, preenchendo-se o furo com areia e nova estaca deve ser cravada. Caso não seja possível o arrancamento, uma segunda estaca adjacente deve ser cravada após redimensionamento do bloco pelo projetista. Deve ser elaborado, ainda, um relatório de controle de negas.

Controles para Estacas moldadas *in-situ*

Estacas Franki

a) Controles gerais

- O deslocamento máximo da cabeça < 5 cm;
- O desaprumo máximo de 1%.

b) Controles de cravação

Deve-se analisar e aprovar previamente o Plano de cravação/equipamentos em consonância com a obra. Deve ser feito diagrama de cravação das estacas

No caso do ensaio de PIT apresentar resultados desfavoráveis, deve ser feito um redimensionamento pelo consultor ou pela DP/GPE.

É recomendável a utilização de concreto autoadensável para evitar encurtamento da estaca durante a execução da concretagem.

Estacas escavadas com uso de lama bentonita

a) Controles gerais

- O deslocamento máximo da cabeça < 5 cm;
- O desaprumo máximo de 1%.

b) Controles de escavação

Verificar a dosagem da lama. Verificar se há constante reciclagem da lama para evitar diminuição da sua densidade e o consequente desmoronamento das paredes da estaca.

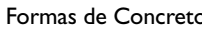
No caso do ensaio de PIT apresentar resultados desfavoráveis, deve ser feito um redimensionamento pela consultora e apresentar à DP/GPE para análise.

Antes de iniciar a concretagem, deve ser feita a limpeza do fundo com “air lift”, visando expulsar resíduos de lama que possam estar sedimentados na base. Isso será feito para se evitar possíveis recalques. Deve também ser feita trepanação para assegurar que a ponta apoie-se em material resistente.

Após o arrasamento das estacas para construção do bloco, verificar se há indícios de grumos de bentonita ou de outros resíduos e retirá-los.

Formas

As formas de concreto devem apresentar as seguintes características: resistência suficiente para suportar esforços provenientes de seu peso próprio, do peso e empuxo lateral do concreto, do adensamento, do trânsito de pessoas e equipamentos. Devem ter ainda rigidez suficiente para manter as dimensões e formas previstas no projeto estrutural para os elementos de concreto.

Formas de Concreto

Deve ser observado, nas especificações do contrato, o tipo de forma contratado, podendo ser de madeirite resinado ou plastificado, de madeira, metálica ou mista. As formas devem estar desempenadas, limpas e alinhadas

A aplicação de desmoldante sobre as formas deve ser feita com brochas ou escovões de maneira uniforme. Deve-se esperar o tempo de uma hora para secagem antes da aplicação do concreto.

Quando as formas usadas tiverem condições de reaproveitamento, elas devem ser limpas com a reaplicação do desmoldante, pois o concreto da meso e super estrutura devem ser aparentes.

Deve ser observado se as formas possuem um contraventamento bem feito, de maneira que as peças não tenham deformações durante o processo de concretagem.

Em caso de Forma Curva, as formas devem estar com a curvatura definida em projeto, limpas, bem rejuntadas e untadas com desmoldantes (óleo mineral) ou parafinadas para facilitar as desformas.

Concreto

Os materiais que compõem o concreto devem atender às seguintes normas:

a) Cimento Portland

- NBR-5732 – Cimento Portland Comum – Especificação;
- NBR 5733 – Cimento Portland de Alta Resistência Inicial – Especif;
- NBR 7215 – Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão – Método de Ensaio;
- NBR 7215 – Análise química de cimento Portland – Disposições gerais - Método de ensaio.

b) Agregados para concreto

- NBR 7211 – Agregados para concreto;
- NBR 7216 – Amostragem de agregados;
- NBR 7217 – Determinação da composição granulométrica;
- NBR 7218 – Determinação do teor de argila;
- NBR 7219 – Determinação do teor de materiais pulverulentos;
- NBR 7809 – Agregado graúdo – determinação do índice de forma;
- NBR 6465 – Determinação Abrasão Los Angeles de agregados.

c) Água

Deve ser previamente qualificada por meio de ensaios da NBR 6118. Não deve conter quantidades prejudiciais de óleos, ácidos, cloretos, álcalis, matérias orgânicas ou outras impurezas.

As águas tratadas fornecidas por empresas de saneamento são consideradas como de boa qualidade para concreto.

d) Dosagem e Mistura do Concreto

O concreto deve ser dosado de modo a se obter misturas que possam ser trabalhadas com consumo mínimo de água.

A dosagem deve ser determinada em traço experimental com bastante antecedência pelo laboratório da Contratada.

A concretagem, a intervalos regulares, exige que se determine a umidade dos agregados para correção da relação água/cimento.

A Contratada deve dispor na obra de equipamento adequado para executar o controle de umidade dos materiais, para dosagem e controle racional do concreto, além de formas cilíndricas em número suficiente para moldagem de corpos de prova.

Somente com a autorização expressa da Fiscalização é que podem ser utilizados aditivos, tais como: fluidificantes, redutores de retração, plastificantes, aceleradores/retardadores de pega. O uso autorizado deve ser sempre dentro das prescrições técnicas e com comprovação de nova dosagem racional.

e) Equipamentos para Preparo do Concreto

A forma de preparação (betoneira estacionária ou usinado) deve ser apresentada pela Contratada à Fiscalização para aprovação prévia.

Betoneira estacionária deverá ter capacidade mínima de 320 litros.

As instalações devem ser de inteira responsabilidade da Contratada, que, ao dimensioná-las, deverá levar em conta o volume de serviço a executar.

A Contratada deve providenciar junto ao INMETRO aferição e atestado da exatidão de cada balança e dos dispositivos de medição.

As provas de verificação das balanças devem ser feitas na presença da Fiscalização.

As instalações de dosagem devem ser tais que a precisão na alimentação e na mistura dos materiais não exceda 1,5% para água e cimento e 3% para agregados.

f) Concreto Usinado

Usina de Concreto

Verificar se a mesa de sustentação das células de carga da balança está nivelada.

Verificar se o certificado de aferição da balança está atualizado.

Verificar o hidrômetro de alimentação de água em balde graduado.

Na fase de da alimentação dos silos, verificar no depósito dos agregados, se há presença de materiais contaminantes prejudiciais tanto à qualidade quanto à resistência do concreto.

Verificar, periodicamente, se a granulometria dos agregados está de acordo com a dosagem racional apresentada.

Para correção do fator água/cimento, deve ser determinada periodicamente a umidade dos agregados.

g) Transporte do Concreto

A condição principal imposta ao sistema de transporte é a de manter a homogeneidade do concreto.

A velocidade de mistura (inicial quando é preparada a mistura na usina de concretagem) deve ser de 12 a 14 rpm (rotações por minuto) durante um tempo de, no mínimo, 5 minutos.

Após a carga, quando transportado ou estacionado, a velocidade de agitação deve ser de 2 a 3 rpm. Antes de se iniciar a descarga na obra, deve ser realizada uma agitação do concreto por 2 a 3 minutos com a velocidade de mistura. Evita-se, dessa forma, a formação de bolhas no concreto e a presença de placas de endurecimento que prejudicam toda a carga.

Caminhão Betoneira

Deve ser verificado, periodicamente, o estado das lâminas internas (facas), observando-se o desgaste e a limpeza. Não pode haver contaminação da carga anterior, pois cada pedido tem uma especificação fornecida pelo engenheiro responsável da obra.

O balão do caminhão-betoneira não deve possuir incrustações de concreto endurecido. Caso contrário, todo o processo de mistura fica prejudicado.

Pode ser feita uma verificação da eficiência do caminhão betoneira moldando e ensaiando 3 exemplares de corpos-de-prova no início, meio e fim da descarga.

O volume mínimo de entrega não pode ser inferior a 1/5 da capacidade máxima do equipamento. Assim, pode-se citar, como exemplo, que, para um balão de 10m³ de volume, teremos 2m³ como volume mínimo de entrega.

Para preservar a homogeneidade, o concreto deve ser transportado da betoneira até as formas com a maior rapidez possível. Isso deve ser feito empregando-se métodos que evitem segregação e perdas dos ingredientes, especialmente água ou nata de cimento.

No caso de utilização de bombas, devem ser tomados os seguintes cuidados:

- O agregado miúdo deverá conter 15% a 20% de material, passando na peneira 0,2mm e 3% na peneira 0,15mm;
- O diâmetro máximo do agregado deve ser menor do que 1/3 do diâmetro do tubo da bomba e o consumo mínimo de cimento deve ser de 300 kg/m3 de concreto;
- O abatimento (slump) deve ser compreendido entre 10 +/- 2cm.

h) Controle da Execução do Concreto

Os ensaios de consistência devem ser executados nas seguintes ocasiões: sempre que ocorrerem alterações na umidade dos agregados, na primeira amassada do dia, em reinício após mais de 2 horas de interrupção, na troca de operadores e cada vez que forem moldados corpos-de-prova.

Os ensaios de resistência à compressão para aceitação ou rejeição dos lotes devem estar em conformidade com as normas citadas anteriormente.

Deve ser preenchida a "Ficha de Moldagem de Corpo de Prova".

A amostragem mínima para ensaio de resistência deve ser feita dividindo-se a estrutura em lotes.

Cada lote corresponderá a um elemento estrutural. Os limites estão indicados na tabela ao lado.

Limites Superiores	Solicitação Principal do Elemento Estrutural	
	Compressão ou Compressão e Flexão	Flexão Simples
Volume de Concreto	50 m³	100 m³
Tempo de Concretagem	3 dias de concretagem (*)	

(*) Este período deve estar compreendido no prazo máximo de 7 (sete) dias, nos quais estão incluídas eventuais interrupções para tratamento de juntas

De cada lote, retirar uma amostra de, no mínimo, 6 exemplares para concretos até a classe C50 e de 12 exemplares para classes superiores a C50.

Cada exemplar é constituído de 2 corpos-de-prova da mesma amassada para cada idade de rompimento, moldados no mesmo ato.

Na betoneira estacionária, a coleta deve ser feita enquanto o concreto está sendo descarregado, representando o terço médio da mistura. Caso contrário, deve-se fazer a tomada imediatamente após a descarga retirada em três locais diferentes.

Em caminhão betoneira, a coleta de amostra deve ocorrer enquanto o concreto está sendo descarregado.

Para concreto bombeado, deve-se coletar em uma só porção, colocando-se o recipiente sob o fluxo de concreto na saída da tubulação. É preciso evitar tanto o início quanto o fim do bombeamento.

h.1) Normas para Consulta

- NBR 5739 – Ensaio à Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos;
- NBR 5738 – Moldagem e Cura de Corpos-de-Prova de Concreto;
- NBR 8953 – Concreto – Classificação pela Resistência à Compressão de Concreto para Fins Estruturais;
- NBR 7223 – Concreto – Determinação da Consistência pelo Abatimento de Tronco de Cone;
- NBR 12655 – Preparo, Controle e Recebimento de Concreto.

h.2) Lançamento do Concreto

Com antecedência adequada a cada estrutura, a empresa Contratada apresentará à Fiscalização seu plano de concretagem para aprovação.

Qualquer concretagem só deve ser iniciada após conhecimento dos resultados das dosagens e liberação pela Fiscalização. Para conceder a autorização, a Fiscalização deve proceder a um exame rigoroso em relação aos seguintes aspectos:

- Dos cimbramentos (rigidez, posicionamento, contra-flechas);
- Das formas (posicionamento, travamento, limpeza, estanqueidade);
- Das armações (quantidade, bitola e distribuição);
- Das pastilhas (posicionamento, quantidade, distribuição).

Sobre os equipamentos e os métodos assegurar que:

- Efetuem lançamento o mais próximo possível da posição definitiva;
- Evitem segregação;
- Evitem queda vertical acima de 2m;
- Possuam tempo de lançamento inferior a 30 minutos;
- Sejam lançados e adensados antes do início de pega;
- Previnam recursos de proteção contra chuvas repentinas.

h.3) Adensamento do Concreto

O concreto deve ser adensado por processos que promovam a saída do ar, que facilitem o arranjo interno dos agregados e melhorem o contato do concreto com as formas e as armaduras. Esse processo deve ser feito mecanicamente por meio de vibradores, que devem ter frequência superior a 6.000 rpm. O número de vibradores deve ser adequado em função do porte dos serviços e devem trabalhar em posição próxima à vertical penetrando de 2 a 5cm na camada anterior.

Os tubos vibratórios não devem ser introduzidos a menos de 10cm das faces das formas para não deformá-las, evitando, assim, a formação de bolhas e de calda de cimento ao longo dos moldes. Também devem ser evitadas vibrações excessivas que possam causar segregação e exsudação. Da mesma forma, deve-se impedir que os vibradores toquem nas armaduras.

h.4) Razões para Adensamento do concreto

- Permite a correta vibração interna;
- Aumenta a resistência à compressão, a aderência entre o concreto e as barras de aço, além de diminuir a permeabilidade do concreto;
- Diminui as juntas frias, os vazios, o excesso de ar incorporado e a segregação;
- Causa alívio da tensão superficial do concreto para que ele atue como um líquido.

Como vibrar:

Posição correta do Vibrador de Concreto

- Posicionar o vibrador verticalmente, permitindo a rápida inserção até o fundo da forma com, pelo menos, 15cm de profundidade;
- Manter no fundo da forma de 5 a 15 segundos;
- Levantar o vibrador depois de 15 segundos e reposicioná-lo à distância de 80cm a 1m.

Espaçamento

Espaçamento no processo de vibração do concreto

- Inserir o vibrador no campo de ação sobreposto;
- Observar o concreto para determinar o campo de ação do vibrador;
- O vibrador de alta potência de abatimento (slump) tem um campo de ação maior;
- O campo de ação do vibrador é de aproximadamente 40 vezes o diâmetro da cabeça do deste.

A vibração do concreto deve ser interrompida:

- Quando a superfície do concreto começar a brilhar;
- Quando não surgirem mais grandes bolhas de ar;
- Quando houver variação no tom do vibrador;
- Quando ocorrerem mudanças na ação do vibrador.

Cuidados a serem observados:

- Não deixar o vibrador funcionar por muito tempo fora do concreto para evitar sobreaquecimento;
- Não usar o vibrador horizontalmente para mover o concreto;
- Não forçar ou empurrar o vibrador para o concreto em seções com alta taxa de armadura para evitar que ele permaneça preso à ferragem;
- Sempre ter vibradores de reserva.

Juntas de Concretagem

As operações de manipulação do concreto junto às superfícies horizontais das camadas devem ser mínimas. Isso é feito para produzir não só o adensamento requerido, como também uma superfície rugosa que permita aderência à camada a ser superposta.

Não é permitida a vibração superficial ou qualquer outra ação que possa tornar excessivamente lisa a superfície de camadas horizontais sobre as quais deve ser lançada outra camada.

As juntas de concretagem não devem ser posicionadas em locais onde as tensões tangenciais (cisalhamento) sejam elevadas, sem armadura suficiente para absorvê-las.

Cuidados no Preparo das Juntas:

- Retirada da nata de cimento superficial feita entre 4 a 12 horas após a concretagem. Isso pode ser feito com jato de ar ou água até profundidade de 6mm e o aparecimento do agregado graúdo;
- Repetir a limpeza 24 horas antes da retomada da concretagem. Essa tarefa visa à retirada do pó e dos resíduos, bem como da película superficial hidratada do concreto e carbonatada pela água, depositada nas asperezas da superfície;
- Durante as 24 horas que precedem a retomada da concretagem, a superfície deve ser saturada de água. Isso é feito para que o novo concreto não perca água para o concreto velho. Durante o processo, deve ser evitada a formação de poças d'água;
- Ao se retomar a concretagem, devem ser colocados de 1 a 2cm de espessura da argamassa com o mesmo traço do concreto. Essa camada servirá para evitar a formação de vazios entre o agregado graúdo e o concreto velho;
- Em casos especiais, pode ser exigida a pintura da superfície com resina epóxi.

Cura do Concreto

Enquanto o concreto não atingir endurecimento satisfatório, deve ser protegido contra diversos fatores, tais como: secagem acelerada (retração), chuva forte, agentes químicos, choques e vibrações que possam produzir fissuração ou prejudicar a aderência com a armadura.

Todas as superfícies expostas ao ar livre devem ser mantidas continuamente úmidas durante 14 dias após o lançamento do concreto. Pode-se usar os seguintes procedimentos:

1) Utilização de manta geotêxtil, sacos de aniagem e/ou camada de areia sobre a superfície da laje, mantendo-se úmido constantemente.
2) Utilização de cura química por meio da aplicação de película anti-sol ("curing-vedacit", "antisol-Sika") ou equivalentes no que concerne ao módulo de elasticidade, resistência à compressão e às intempéries.
3) Preferencialmente, a cura das lajes das pontes pode ser feita mediante à formação de uma piscina a partir de contenções laterais da água.

Nas superfícies protegidas por formas, o prazo é de 7 dias.

As superfícies expostas devem ser protegidas com coberturas úmidas, do tipo pano ou areia, e devem ser permanentemente irrigadas.

Formas de madeira devem ser frequentemente molhadas.

É preciso dar especial atenção à vedação das formas.

Peças que devem ser aterradas só necessitarão de umedecimento até a execução do aterro.

Acabamentos do Concreto

As irregularidades causadas por deslocamentos, má colocação, travamento ou qualidade das formas, bem como "ninhos de abelhas" devem ser reparadas pela Contratada sem ônus para a Contratante.

Tolerâncias quanto a defeitos de acabamento:

- Superfícies não expostas, tais como interior de caixões, aterros, não necessitam de correções. Isso deve ser feito apenas nos casos que alterem as características estruturais da peça e para proteção das armaduras contra a corrosão;

- Superfícies expostas necessitam de reparos nos "ninhos de abelhas", como também nas irregularidades de superfície nos casos em que, entre juntas de formas, excedam a 3mm ou que apresentem depressões/saliências com desalinhamento superior a 4mm/m linear.

Cimbramento

Cimbramento é o conjunto de escoras projetado para resistir ao peso próprio da estrutura, evitando deformações prejudiciais à forma e esforços prematuros no concreto na fase de endurecimento.

a) Cuidados na execução

- Projetado e construído sob responsabilidade da Contratada;
- Materiais: madeira, perfis metálicos, treliças, peças tubulares e outros;
- Especial atenção à fundação, às emendas, aos nós e aos apoios;
- Devem ser usados calços para ajustar as normas e eliminar recalques indesejáveis;
- Os cimbramentos devem permanecer íntegros e sem modificações até que o concreto adquira resistência suficiente.

Durante a concretagem, o controle das deformações deve ser feito pelo nível de precisão para que se possa reforçá-lo em tempo hábil em caso de imprevistos.

Devido à importância da flambagem, deve ser dada especial atenção aos contraventamentos no projeto e na execução.

b) Retirada de Formas e Descimbramento

Caso sejam atendidas as condições já mencionadas – e caso não tenha sido utilizado cimento ARI ou qualquer processo de aceleração de endurecimento –, a retirada das formas e do cimbramento não deve ocorrer antes dos seguintes prazos:

- Faces laterais das formas – 3 dias;
- Faces inferiores das formas, deixando pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados – 14 dias;
- Face inferior das formas, sem pontaletes – 21 dias.

A retirada das formas e do escoramento deve ser efetuada de forma suave e uniforme, sem choques. Também deve ser feito um plano de descimbramento para evitar o aparecimento de esforços na estrutura.

Serviços de Recuperação ou Reforço

a) Limpeza Superficial do Concreto

Antes de se iniciarem os serviços de recuperação/reforço, toda a superfície exposta de concreto objeto desses serviços deve ser limpa com hidrojateamento, que consiste na aplicação de jato de água por bomba de alta pressão. Para essa tarefa, a água utilizada deve ser limpa e livre de qualquer impureza que possa contaminar a superfície do concreto.

b) Corte Localizado do Concreto para Abertura de Áreas de Reparo

Para esse serviço, deve-se utilizar ferramenta mecânica ou manual. Para o primeiro caso, usa-se o martelo rompedor elétrico leve; para o segundo, ponteiros e marretas leves. Onde houver presença de armadura exposta, o corte deve liberar totalmente o trecho corroído das armaduras e prosseguir até encontrar o trecho sadio das barras, numa distância de cerca de 10cm para cada lado, como faixa de segurança.

O concreto existente sob armadura oxidada deve ser totalmente removido. Isso de modo que exista um espaço livre de 1 a 2 cm para permitir a perfeita limpeza da barra de aço e o completo preenchimento da cavidade com argamassa ou concreto projetado.

Com o objetivo de uniformizar a área de reparo e degarantir uma espessura mínima nas bordas, essas áreas devem ser delimitadas com disco de corte de forma geométrica (quadrada, retangular, etc) que atenda à estética e evite danificar a ferragem.

c) Limpeza e Tratamento de Armadura Exposta

- Efetuar corte localizado do concreto conforme visto;
- Limpar bem as armaduras, retirando todos os produtos da corrosão. A limpeza pode ser executada manualmente com lixa e escova de cerdas de aço ou por meio de hidrojateamento de areia;
- Quando a armadura oxidada apresentar redução de seção (>=15%), ou a critério da Fiscalização, deve ser feito reforço localizado conforme orientação da DP/GPE;
- Deve-se eliminar todas as impurezas do substrato que possam prejudicar a aderência da argamassa ou concreto de reparo;
- Deve-se aplicar a argamassa/concreto de reparo.

d) Injeção de Trincas e Fissuras

Se houver acesso à fissura pelos dois lados da peça, é preciso abrir um sulco em forma de "V" em ambas as faces. Isso deve ser feito de modo que eles fiquem desencontrados da aplicação da argamassa de reparo. É preciso também fazer a retirada dos resíduos de concreto e de pó, caso permaneçam sobre a superfície, utilizando, para isso, jato d'água que promove a saturação do substrato, além da limpeza.

É necessário efetuar furos com diâmetro de 10mm, normais à face da peça, para instalação dos purgadores, sendo estes espaçados a cada 20cm aproximadamente e com profundidade de 30mm. Os furos devem ser feitos a seco com contínua remoção de poeira.

■ Limpar a superfície e secá-la com ar comprimido;
■ Fixar os purgadores e vedar externamente a fissura (entre os purgadores), utilizando Sikadur 31 (ou equivalente);
■ Fazer a verificação da intercomunicação entre furos, injetando-se ar comprimido em um dos purgadores, com os demais vedados, exceto um que permitirá avaliar a passagem de ar;
■ Injetar o adesivo com equipamento apropriado, sempre a partir dos furos inferiores para os superiores.

e) Aplicação de Argamassa para Reparos Estruturais

■ Antes da aplicação da argamassa de reparo, deve ser feita a retirada dos resíduos de concreto e pó caso permaneçam sobre a superfície. Para isso, deve ser utilizado jato d'água, que, além da limpeza, promove a saturação do substrato;
■ As argamassas a serem utilizadas devem apresentar as seguintes características: pré-dosadas pelo fabricante, não retráteis, sem cloretos, tixotropia, alta resistência (>30 Mpa);
■ Cimentícias ou poliméricas;
■ Depois de misturada, deve ser utilizada no prazo máximo de 40 a 60 minutos. Após este limite, inicia-se processo de endurecimento, o qual faz com que a argamassa perca qualidade, tornando o trabalho mais difícil. É necessário, portanto, que a Fiscalização aprove a logística que envolve o manuseio, a mistura e o transporte da argamassa até o local de aplicação;
■ Toda a cavidade é preenchida, com excesso de 1cm. Para efetuar o sarrafeamento retirando o excesso, aguarda-se o processo de pega até se apresentar com a superfície seca. Em seguida, é realizado o acabamento superficial, utilizando-se uma desempenadeira;
■ Cura úmida por meio de molhagem contínua (7dias), podendo-se, também, ser utilizada a cura química.

Corrosão em Concreto Armado

Os elementos que compõem o concreto inibem a corrosão do material metálico e se opõem à entrada de agentes contaminantes. Quanto mais o concreto se mantiver inalterado, mais protegida estará a armadura. Essa proteção se dá devido à sua alcalinidade decorrente do hidróxido de sódio, o qual é formado durante a hidratação e apresenta pH de cerca de 12,5. Isso possibilita a passivação do aço da armadura. As falhas são mais frequentes, entretanto, junto à orla marinha e isso ocorre devido à penetração de névoa salina na massa de concreto até atingir a armadura.

O recobrimento em concreto aparente deve ser:
■ 2cm no interior de edifícios;
■ 2,5cm ao ar livre;
■ Para recobrimentos acima de 6cm, utilizar armadura de pele complementar.

a) Lixiviação

Lixiviação aparecendo sob a forma de estalactites

O hidróxido de cálcio, originado pela hidratação, é solúvel em água. O hidróxido de sódio lixiviado, ao entrar em contato com o ar, reage com o CO_2, formando o carbonato de cálcio e este é insolúvel.

Isso provoca o aparecimento da eflorescência, que são depósitos de cor branca na superfície do concreto. Após algum tempo, esses depósitos podem vedar as fissuras ou as juntas de concretagem.

b) Carbonatação

Teste com fenolftaleína indicando uma profundidade de carbonatação de 2cm em amostra com 4cm de cobrimento de armadura

O CO_2 existente no ar ou em águas agressivas pode se combinar com o $Ca(OH)_2$, formando carbonato de cálcio. Este é insolúvel, altera o pH para 8,5 – 9 e permite

que o aço não se torne passivo. Se houver excesso de CO_2, pode haver formação de bicarbonato de cálcio, que é muito mais solúvel e é responsável pela deterioração do concreto.

Quando há deposição de carbonato de cálcio insolúvel, o processo de carbonatação é benéfico para a durabilidade do concreto.

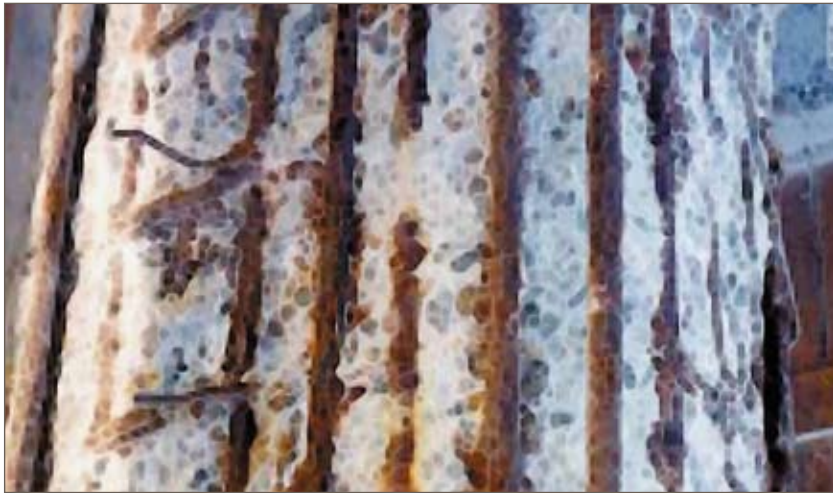
A timolftaleína e fenoftaleína são utilizadas para indicação de carbonatação.

Os cimentos pozolânicos, ou de alto forno, são mais adequados para concretos mais resistentes à carbonatação.

e) Sais

Cloretos solúveis podem diminuir a ação protetora da película de passivação e podem diminuir a resistividade do concreto.

São provenientes de muitas origens: dos agregados, da água, de aceleradores de pega – ou mesmo durante a vida útil – ou do meio ambiente, que produz o cloreto de sódio em atmosferas marinhas.

Estruturas de concreto localizadas na linha da maré severamente deterioradas

Pilar sobre o mar após 10 anos de construção se deteriorando devido aos efeitos da interação da carbonização com íons e cloretos

d) Bactérias

Teto de galeria de águas pluviais, contaminado por esgotos, apresenta manchas devido ao ataque biológico

Bactérias como a Thiobacillus thiooxidans oxidam o enxofre, tornando-o ácido sulfúrico. Com isso, provocam: diminuição do pH, formação de sulfoaluminato de cálcio, deterioração do concreto e, em seguida, da armadura. O H_2S, proveniente da ação redutora de bactérias anaeróbicas, desprende-se para o espaço livre na região de condensação onde é oxidado para ácido sulfúrico.

Para minimizar os efeitos:

- Aumentar a velocidade de escoamento do esgoto;
- Aumentar a ventilação;
- Usar cloração;
- Utilizar revestimento da região superior com epoxi.

e) Corrente de fuga

É possível ocorrer penetração de correntes de fuga quando o concreto apresenta baixa resistividade elétrica, fissuras, trincas, por estar bastante umedecido ou, ainda, em presença de eletrólito. Essas alterações atingem a armadura e, na região de saída das correntes, provocam a corrosão.

f) Resistividade elétrica

A presença de cloretos, sulfatos e nitratos possibilitam a corrosão das armaduras. Isso ocorre por serem eletrólitos fortes e por baixarem a resistividade elétrica. Como consequência, há alta resistividade e isso possibilita o fluxo de elétrons e o processo de corrosão eletroquímico.

g) Porosidade e Permeabilidade

A penetração de soluções de eletrólitos e de gases, como o oxigênio, ocorre em áreas mais permeáveis e porosas. A adição de microssílica diminui a permeabilidade e reduz a possibilidade de fissuramento.

h) Fissuras ou Trincas

Devido a solicitações mecânicas, o concreto pode fissurar, permitindo o ataque corrosivo por meio da penetração de soluções de eletrólitos, gases e correntes de fuga. As trincas podem se originar do aumento de volume em função do óxido de ferro hidratado.

Rodovia Sinalizada

O engenheiro fiscal deverá analisar o projeto para avaliá-lo e incluir eventuais complementações.

- Se há falhas de projeto tipo ;
- Se os quantitativos do quadro resumo são suficientes, se não são, adequar ao necessário;
- Verificar se os locais de proibição de ultrapassagem estão compatíveis com as curvas horizontais e verticais.

Os dispositivos de Contenção Viária não devem ser alterados sem a devida anuência da DP.

Observar, quando da implantação da plataforma, se a mesma contempla o espaço físico para a instalação dos dispositivos de contenção viária e da sinalização horizontal, tais como:

- **Defensa metálica -** é necessário um espaço mínimo de 0,50m.
- **Barreiras de Concreto** - é necessário um espaço mínimo de 0,90m.
- **Sinalização horizontal** - mínimo 0,25m.

Observar se os marcadores de alinhamento estão duplos nos ramos externos das curvas.

Verificar se os marcos quilométricos estão locados corretamente (de forma crescente na direção de norte para sul e de leste para oeste) ou de acordo com o Boletim de Manutenção da Diretoria de Operações do DER/MG.

Cuidados a serem observados quando da implantação da Sinalização Horizontal:

- Não alterar as larguras de faixas de segurança delimitadas em projeto; as mesmas devem estar de acordo com o CONTRAN;
- Se produtos destinados à sinalização atendem às respectivas normas e especificações do DER/MG e ABNT;
- Verificar aferição dos equipamentos, antes de iniciar os serviços, e se os mesmos estão de acordo com as normas e recomendações técnicas do DER/MG e da ABNT;
- Solicitar a medição de retrorrefletividade antes de receber e de medir a sinalização horizontal;
- Verificar se as taxas de microesferas, largura, espessura e alinhamento de cada faixa estão de acordo como especificado em projeto;
- Verificar se as setas, dizeres e zebrados estão de acordo com o projeto, quanto às dimensões largura e espessura, e no posicionamento correto;
- Sempre que o projeto gerar dúvidas, buscar esclarecimento junto a DP.

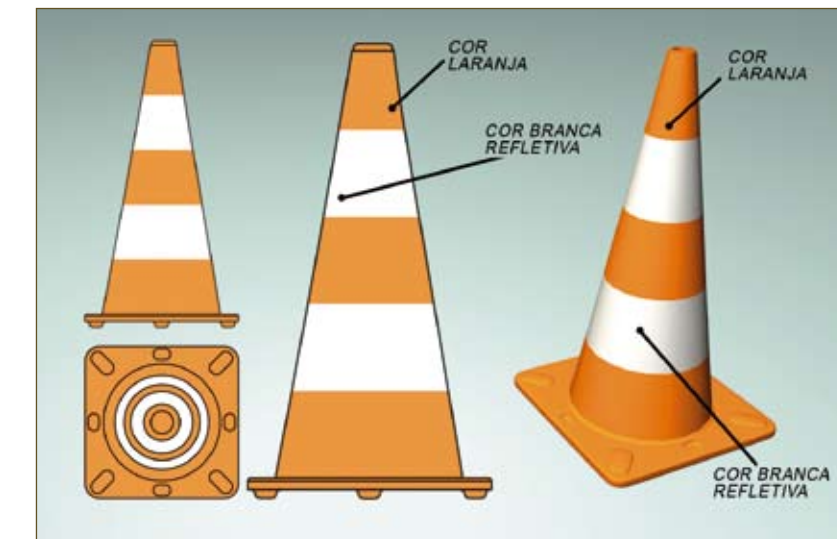
Sinalização de Obras

Dispositivo de Canalização e de Proteção de Uso Temporário

São dispositivos utilizados em situações especiais, tais como obras de curta duração, situações de emergência ou de perigo, que têm como objetivo principal o bloqueio ou a canalização do trânsito, visando à proteção de pedestres, trabalhadores e outros, além de servir como alerta aos condutores.

Alguns desses dispositivos são descritos a seguir:

Cones

São utilizados para canalizar o fluxo de tráfego em situações de emergência, serviços de curta duração, serviços móveis ou para dividir fluxos opostos.

Cone de Sinalização

Podem ser utilizados em obras de maior duração, desde que feita a sua manutenção constante em virtude de quedas, deslocamentos, inutilização ou desaparecimento.

Devem ser confeccionados com material leve e flexível e possuir faixas horizontais executadas com películas nas cores laranja e branca, refletivas e alternadas, conforme a Recomendação Técnica "Fornecimento e Aplicação de Películas para Sinalização Vertical", vigente no DER/MG.

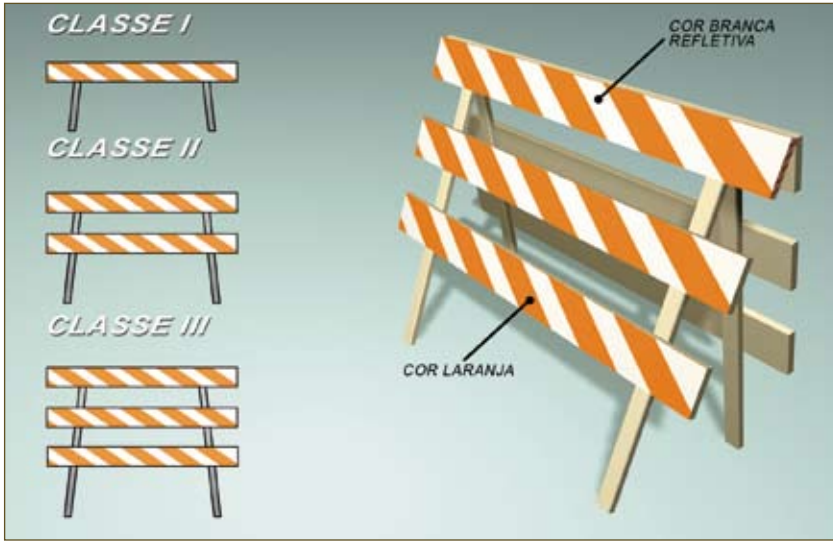
Os cones devem ser assim posicionados:

a.1) Em tangente
Devem ter espaçamento de, no máximo, 15m entre si, sendo que o primeiro cone do alinhamento deve ser colocado a, no mínimo, 100m do início da obra ou da emergência.

a.2) Em curva
Devem ter espaçamento de, no máximo, 5m entre si, sendo que o primeiro cone deve estar posicionado no final da tangente que anteceder à curva.

a.3) Em linha diagonal
Se esta estiver situada na pista de rolamento, os cones devem ter espaçamento máximo de 5m entre si, sendo afunilados em sentido contrário ao do local da emergência ou da obra. Quando nos acostamentos, esse espaçamento deve ser, no máximo, de 15m.

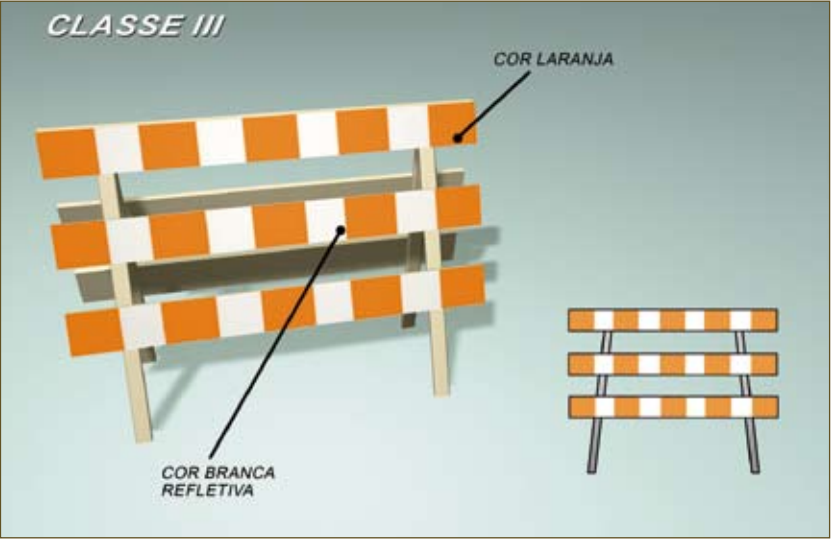
Em substituição aos cones, podem ser utilizadas as balizas móveis em suas várias opções existentes no mercado. Essas balizas são dispositivos compostos por uma haste vertical plana, contendo elementos refletivos nas duas faces, devidamente apoiada por uma base horizontal também plana, com os mesmos formatos e as mesmas características físicas desta, confeccionadas com material colapscível, geralmente madeira, plástico ou fibra.

b) Cavaletes

Tipos de Cavaletes

Os cavaletes são dispositivos de madeira dotados de suportes móveis ou fixos, cuja finalidade é alertar os usuários para as situações de emergência ou de obras. As travessas de madeira devem ter recobrimento nas cores laranja e branca alternadas. A cor branca deve ser executada em película refletiva de esferas inclusas Tipo I-B, conforme a Recomendação Técnica "Fornecimento e Aplicação de Películas para Sinalização Vertical", vigente no DER/MG.

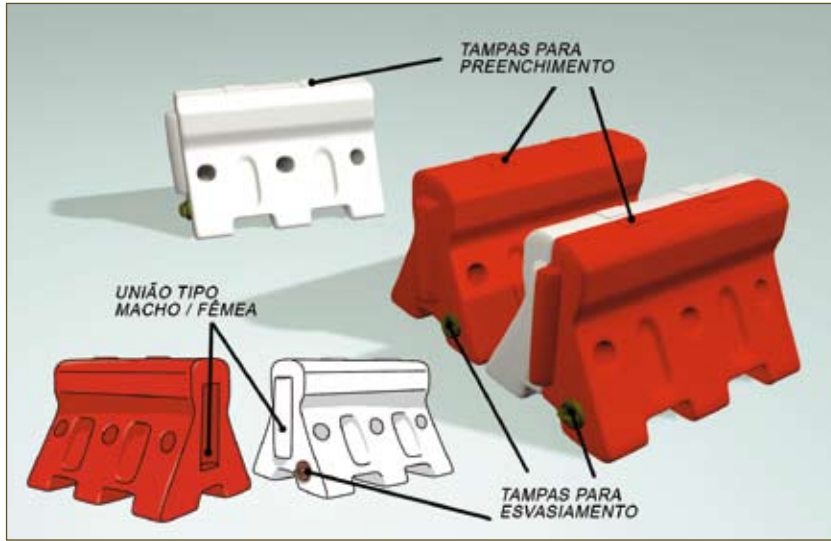
De acordo com a sua utilização, os cavaletes podem ter 3 modelos, conforme a figura na página ao lado:

- **Classe I:** é utilizado em serviços de curta duração, principalmente para transferir o fluxo de veículos para as faixas remanescentes da via, ou em desvios ;
- **Classe II:** : é utilizado em serviços de média ou longa duração, principalmente para transferir o fluxo de veículos para as faixas remanescentes da via, ou em desvios;
- **Classe III:** é utilizado em obras ou serviços de média ou longa duração, principalmente para bloquear temporariamente o tráfego na pista. Nesses casos, os cavaletes devem estar posicionados entre 50m e 300m do início da área dos serviços e de frente para o fluxo de tráfego, exigindo sempre uma pré-sinalização adequada.

O cavalete de classe III também é utilizado para delimitar o canteiro de obras e nas situações em que se faz necessário interditar o tráfego na via. Deve ser pintado alternadamente nas cores laranja e branca, nas mesmas dimensões aqui estabelecidas, no entanto, as faixas devem estar na vertical e não inclinadas, conforme mostrado no desenho da figura a seguir:

Cavalete Classe III

c) Barreiras Plásticas

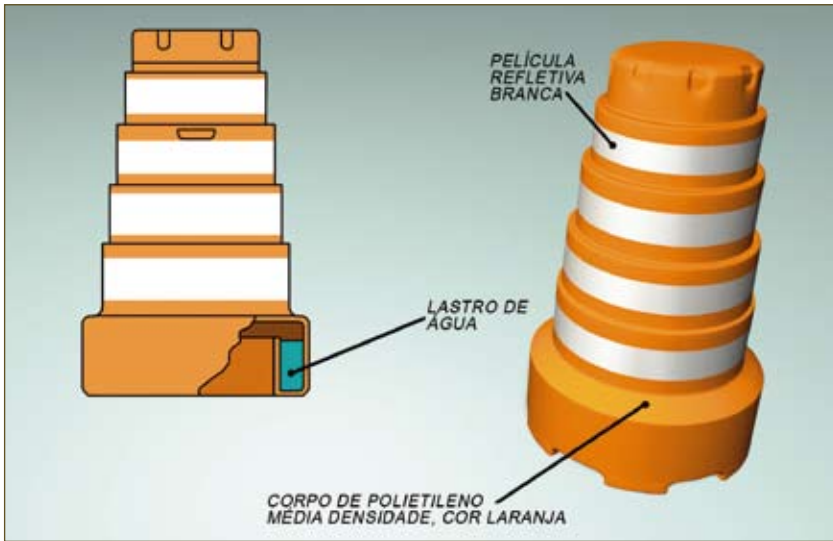
As barreiras plásticas devem ser utilizadas operacionalmente na canalização do tráfego, na delimitação de zonas de perigo, no bloqueio temporário para interdição ao tráfego e em outros casos, devendo ser confeccionadas com material colapscível.

Geralmente não são refletivas, mas devem ser iluminadas ou refletorizadas se utilizadas no período noturno. Para efeito de lastro, devem ter 1/3 do seu interior preenchido com água.

Barreiras Plásticas

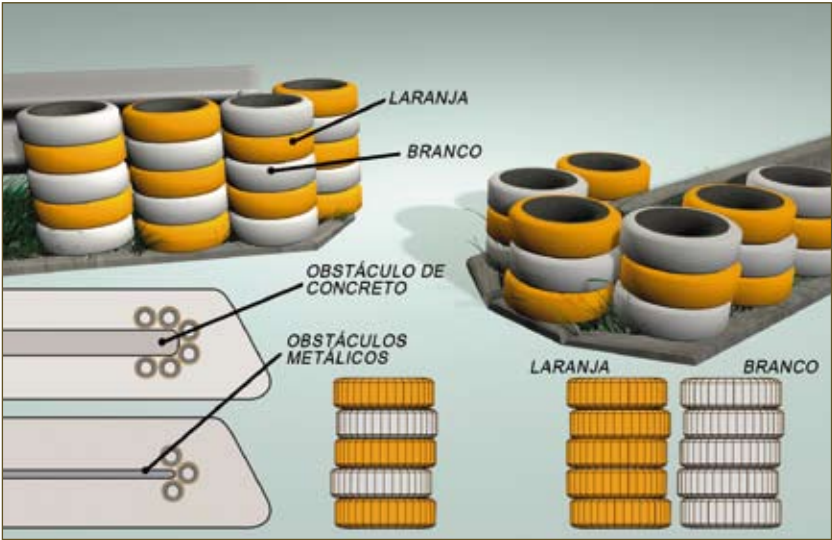
d) Tambores Plásticos

Os tambores plásticos devem ser utilizados operacionalmente na canalização do tráfego, na delimitação de zonas de perigo ou no bloqueio temporário para interdição ao tráfego.

Para efeito de lastro, devem ter 1/3 do seu interior preenchido com água.

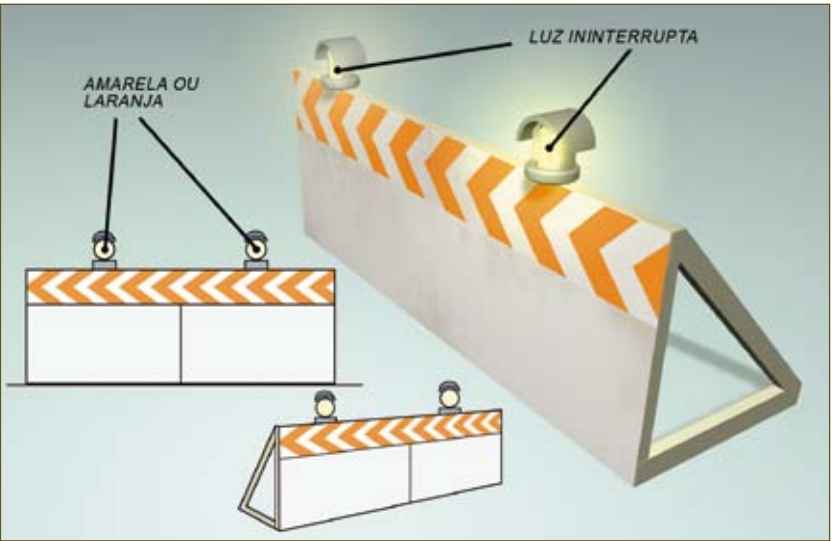
Devem ser confeccionados com material colapscível, portanto, não deve ser permitido o uso de tambores metálicos, principalmente por se constituírem um risco potencial de acidentes se tombados na pista de rolamento.

Tambores Plásticos

e) Barreiras de Pneus

As barreiras de pneus devem ser usadas operacionalmente na canalização do tráfego, na delimitação de zonas de perigo, no bloqueio temporário para interdição do tráfego ou na proteção contra dispositivos rígidos, tais como pilares, defensas e outros, conforme a figura a seguir.

Barreira de Pneus

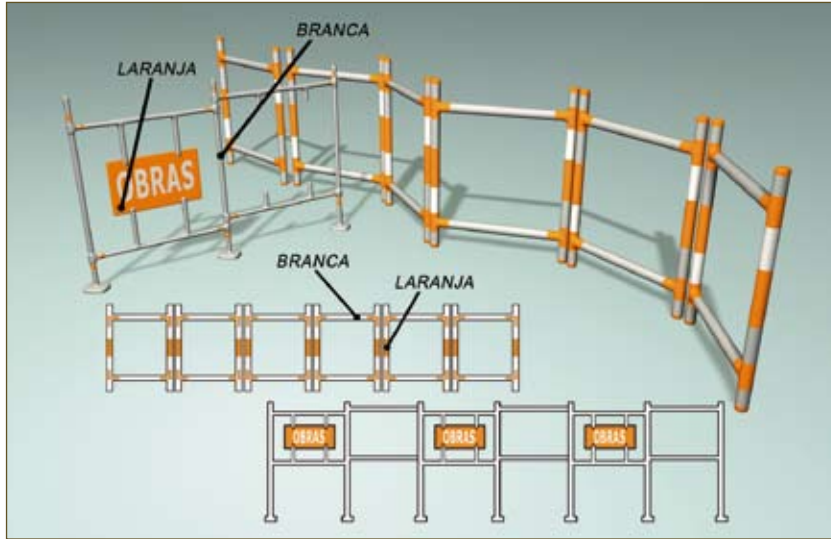
Devem ser confeccionadas com pneus já desgastados e pintados integralmente de uma mesma cor, laranja ou branca, de forma que fiquem colocados uns sobre os outros, formando pilhas isoladas ou grupo de pilhas, ambas com aproximadamente 1m de altura cada. As pilhas isoladas tem as cores alternadas dos pneus e são geralmente utilizadas para a canalização do tráfego. No entanto, para os demais usos, devem estar dispostos em grupos, geralmente com pilhas alternadas de uma mesma cor. Os pneus devem ser amarrados uns nos outros, preferencialmente por arame, através de perfurações internas.

f) Tapumes

Para a delimitação de algumas obras ou certas zonas de perigo, tais como áreas de manobra de equipamento, podem ser utilizados os tapumes do tipo baixo fixo, alto com tela ou baixo removível, conforme a figura abaixo:

Tapumes

Nessas mesmas situações, também podem ser utilizadas telas tapume na cor laranja, confeccionadas com plástico resistente do tipo polietileno.

g) Gradis

Os gradis, confeccionados com materiais colapscíveis (metal, madeira ou plástico), devem ser nas cores laranja e branca, conforme a figura a seguir:

Gradis

h) Fita Plástica

As fitas são confeccionadas com material plástico de cores alternadas, geralmente amarela e preta ou laranja e branca. A sua função é apenas tornar mais visível a área delimitada pela obra, principalmente se esta se encontrar muito próxima da pista de rolamento quando, então, torna-se impossível o posicionamento/ colocação de outros dispositivos de dimensões maiores, sendo estas, geralmente, amarradas a hastes finas de madeira.

Dispositivos de Sinalização de Alerta

É um conjunto de elementos que podem ser implantados junto a obras, a situações de emergência, a obstáculos ou ao longo de curvas horizontais, com o único objetivo de melhorar a percepção do motorista quanto a uma possível interferência na sua trajetória. Esses dispositivos devem ser confeccionados com as cores preta e amarela, sendo esta última constituída de película refletiva de esferas inclusas Tipo I-B, conforme a Recomendação Técnica “Fornecimento e Aplicação de Películas Vertical”, vigente no DER/MG.

Alguns desses dispositivos são descritos a seguir:

Com Elementos Luminosos ou Iluminados

Luzes de Alerta

Existem alguns dispositivos energizados que podem ser utilizados para avisar aos usuários, contínua e eficazmente, sobre determinadas situações existentes na pista de rolamento.

Conforme a sua característica, podem ser assim enquadrados:

Dispositivos Luminosos
São dispositivos de luz contínua que podem ser vistos a uma longa distância, compostos, geralmente, por lâmpadas elétricas colocadas no interior de cúpulas translúcidas da cor laranja, dispostas ao longo de barreiras de canalização do fluxo do tráfego.

Dispositivos de Luz Intermitente
É um dispositivo de alerta utilizado em condições anormais à frente, geralmente colocado junto aos primeiros dispositivos utilizados para a canalização do tráfego.

São recomendados para salientar a sinalização de advertência existente, garantido, assim, uma melhor visualização desta, principalmente nos locais com pouca visibilidade ou durante os períodos noturnos.

Painel Eletrônico

São dispositivos eletrônicos constituídos por uma estrutura sólida disposta verticalmente sobre a via, que tem como objetivo fornecer algumas informações complementares indispensáveis ao usuário. Essas informações são, geralmente, mensagens descritivas a respeito de anormalidades encontradas nos trechos em obras, tais como a interdição parcial da via, os desvios do fluxo de tráfego, a detonação de rochas, os prazos de interdição, a velocidade regulamentada para o trecho em obras, entre outros, que necessitam ser visualizadas a, pelo menos, 150m. de distância. O painel, de fundo preto fosco e composto por pequenas lâmpadas piscantes na cor laranja, tem a condição de formar os símbolos e os dizeres dessas múltiplas mensagens requeridas. Esses painéis têm, geralmente, as seguintes dimensões:

Tipo	Legibilidade	Tamanho do Painel	Velocidade da Via
A	200 m	0,60 x 1,20	60 km/h
B	250 m	0,70 x 1,40	80 km/h
C	300 m	1,05 x 2,10	110 km/h

Dimensões de painéis

Os elementos luminosos devem acender e apagar, piscando em intervalos iguais de tempo, ou apresentar as mensagens de forma sequencial, conforme a figura a seguir:

Elementos luminosos

Para atender a serviços móveis ou continuamente em movimento, o painel é, geralmente, montado sobre um veículo de serviço ou em reboques.

Quando em suportes fixos, o painel deve estar a uma altura mínima de 1,50m do solo, a contar de sua extremidade inferior.

Em se tratando de desvio, o painel deve ser posicionado no início da canalização, junto às faixas de transição.

Faixas de Pano

As faixas de pano visam incrementar e difundir algumas orientações básicas sobre a implantação de determinada obra ou desvios sem, no entanto, substituir a sinalização vertical requerida.

É importante observar que as faixas de pano devem conter pequenos furos, de forma que não se danifiquem com a ação do vento.

Os dizeres devem ser preferencialmente pintados com letras da cor preta.

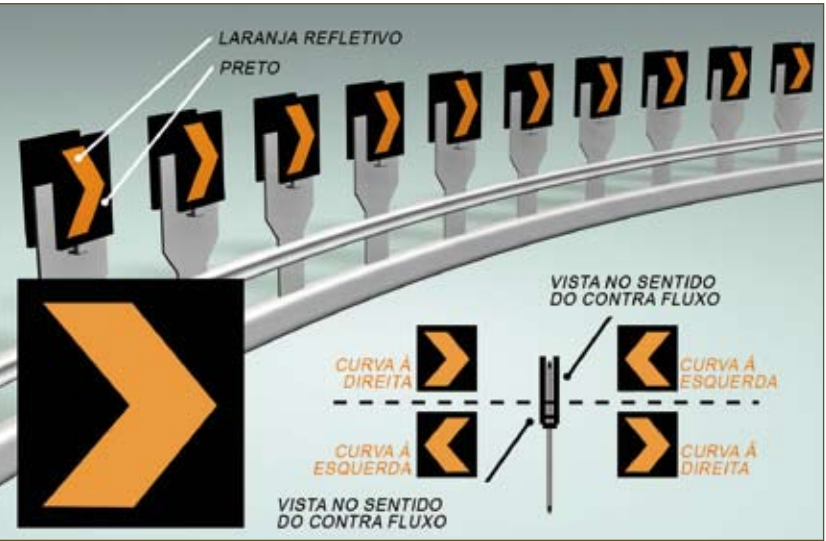
As faixas de pano devem ser implantadas, sempre que possível, nas proximidades de postes de iluminação pública, objetivando, com isso, uma melhor legibilidade no período noturno.

Com Elementos Fixos Retrorrefletivos

Marcadores de Alinhamento (Delineadores)

São, geralmente, utilizados para assinalar, de maneira destacada, uma alteração significativa no alinhamento horizontal da rodovia e são constituídos por placas de dimensões 0,40m x 0,60m, fixadas em suportes de madeira com seção de 0,07m x 0,07m, tendo o fundo refletivo na cor preta, ao qual se sobrepõe uma ponta de seta na cor laranja.

Devem ser usados como uma complementação à linha de bordo, às tachas refletivas, aos balizadores e aos sinais de advertência toda vez que for necessário enfatizar mudanças significativas na trajetória da pista, como em desvios, retornos ou curvas acentuadas nos "tapers" das interseções.

Em curvas acentuadas, os delineadores devem estar sempre posicionados ao longo de seu bordo externo. Geralmente, as placas dos delineadores são fixadas duas a duas no mesmo suporte, com as duas setas indicando o sentido de tráfego e apontando para o lado interno da curva, conforme detalhes apresentados na figura a seguir:

Delineadores

Sua borda inferior deve estar a uma altura mínima de 0,60m e máxima de 1,20m em relação ao nível da pista de rolamento.

Seu afastamento deve ser de 0,80m em relação ao bordo do pavimento ou acostamento.

O espaçamento entre os marcadores de alinhamento é determinado de modo que o motorista tenha sempre em seu campo de visão pelo menos três unidades do dispositivo.

Estes devem estar sempre visíveis a uma distância mínima de 150m.

Quando a mudança no alinhamento ocorrer por causa de um desvio na pista, pode-se também usar os marcadores de alinhamento com os critérios de espaçamentos estabelecidos na tabela abaixo:

RAIO (m)	ESPAÇAMENTO (m)
R ≤ 50	10
50 < R ≤ 150	15
150 < R ≤ 230	20
230 < R ≤ 1000	30

Espaçamentos entre Marcadores de Alinhamento

Marcadores de Perigo

São utilizados para alertar os condutores sobre obstáculos físicos próximos, mas fora da pista de rolamento da via, tais comov barreiras nas bifurcações, ilhas de canalização, pilares de viaduto, cabeceiras de pontes e outros.

Marcadores de Perigo

Constituem-se de faixas coloridas sobrepostas em uma placa de sinalização, geralmente, com as dimensões de 0,30m x 0,90m.

Essas faixas são nas cores laranja e preta, alternadas, com largura de 0,10m e inclinadas a 45°. O sentido da inclinação é que indica para que lado o veículo deve passar, se pela direita, se pela esquerda ou se pelos dois lados do obstáculo.

Os marcadores de perigo devem ser fixados em suportes de madeira com seção de 0,07m x 0,07m e implantados de forma que a sua borda inferior não exceda à altura de 1m em relação à superfície da pista de rolamento.

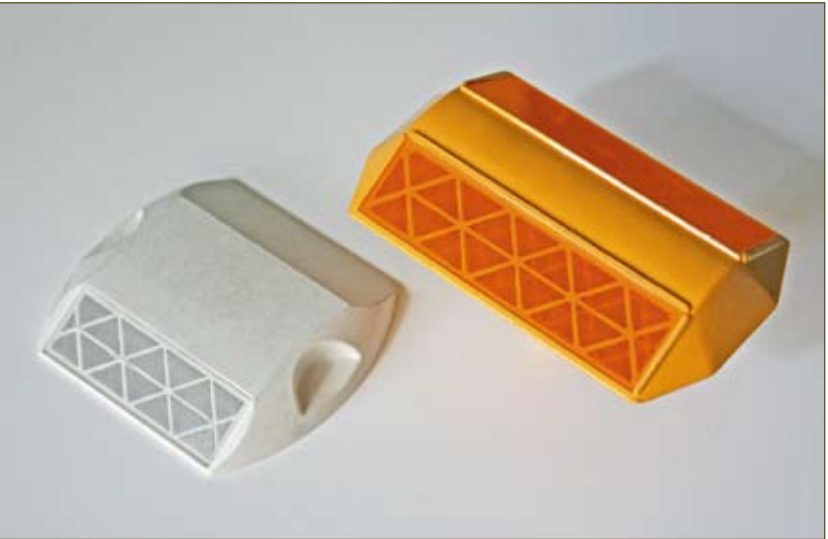
Devem ser posicionados imediatamente à frente dos obstáculos ou logo após o limite físico das bifurcações e ilhas sobre os quais se deseja alertar.

Quando a situação assim o exigir, as placas R 24-b – Passagem Obrigatória – podem ser fixadas acima do Marcador de Perigo.

Tachas Refletivas

Verificar se as aplicações dos dispositivos estão em conformidade com o projeto.

Verificar se os materiais (tachas e tachões) atendem às especificações técnicas do DER/MG.

Verificar se as tachas e/ou tachões estão posicionados conforme os espaçamentos indicados em projeto (quando o espaçamento coincidir com o início ou final das faixas intermitentes horizontais, destacar a tacha de 0,05m da mesma).

Dispositivos de Segurança: Tacha Retrorrefletiva

Verificar se o tipo das tachas ou tachões aplicados estão de acordo com o projeto no tocante a cores do corpo e do refletivo e, quanto à retrorrefletância, verificar se são mono ou bi-direcionais.

As tachas não devem ser aplicadas transversalmente às vias rurais. Tachas ou tachões não devem ser

VI

implantados sobre a sinalização horizontal (pintura). Em pavimento do tipo "Tratamento Superficial", deve-se utilizar a tacha sem pino de fixação e com adesivo à base de asfalto polímero ou asfalto borracha.

Sinalização Vertical

Verificar se as películas retrorrefletivas e não refletivas das placas estão de acordo com as especificações de projeto e normas do DER/MG (vide: www.der.mg.gov.br ==> Normas Técnicas).

Placa de Sinalização Vertical

Verificar se as dimensões das placas, os dizeres e os símbolos estão em conformidade com as de projeto.

Verificar se as chapas de fabricação das placas estão de acordo com as especificações de projeto e do DER/MG.

Verificar se as dimensões e os tipos de materiais dos suportes das placas, pórticos e semi-pórticos estão de acordo com as especificações.

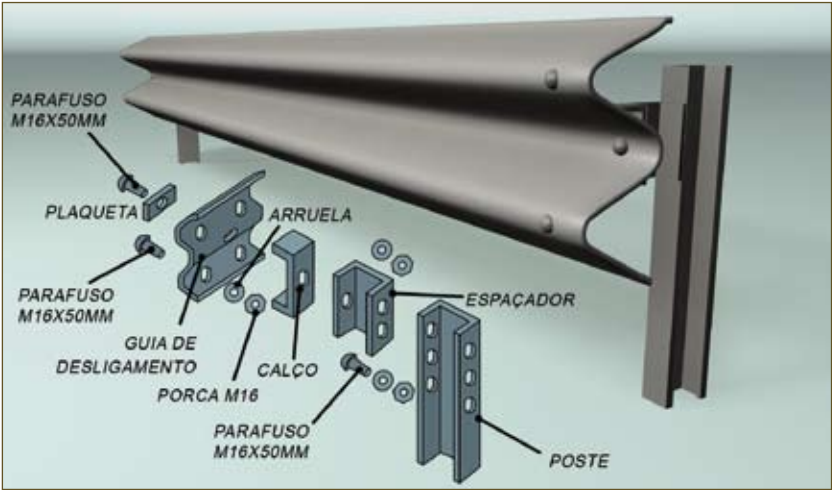
Dispositivos de Segurança

Verificar se os dispositivos de drenagem estão localizados após os dispositivos de segurança (defensa metálica e barreira de concreto).

Verificar se as defensas metálicas estão sendo cravadas com equipamento apropriado (martelete) e se a lâmina final está sendo adequadamente cravada no terreno.

Verificar se o espaçamento dos postes das defensas estão de acordo com o projeto e/ou com o máximo de 4,0m.

Verificar se o espaçamento entre a defensa e o obstáculo é maior que 1,5m.

Verificar se o espaçamento entre a barreira rígida é maior ou igual a 0,60m.

Defensa Metálica

Materiais de Demarcação Viária

De acordo com as recomendações técnicas do DER/MG, os materiais destinados à sinalização horizontal podem ser tintas, termoplásticos ou pré-fabricados (elastoplásticos) agregados às microesferas de vidro, conforme definições a seguir:

a) Tintas
As tintas são composições líquidas constituídas por veículos (resinas e solventes), partículas sólidas (cargas e pigmentos), e aditivos. As mais utilizadas são as tintas acrílicas emulsionadas em água e as tintas acrílicas à base de solvente.

b) Termoplásticos
Os termoplásticos são misturas constituídas por veículos (resinas), partículas sólidas (cargas, pigmentos e microesferas de vidro) e aditivos. Quanto ao tipo de aplicação, podem ser classificados em extrudados ou aspergidos.

c) Elastoplásticos
Os laminados pré-fabricados ou elastoplásticos são filmes, películas ou fitas constituídas por veículos (resinas), partículas sólidas (cargas, pigmentos e microesferas de vidro) e aditivos, fornecidos em espessuras definidas por ocasião da fabricação, cuja aplicação é feita por colagem no pavimento.

Ensaios de Caracterização dos Materiais
Discrimina-se, a seguir, os métodos de ensaios preconizados pela ABNT para cada tipo de material de demarcação viária referido acima:

Ensaios de Caracterização de Tintas	
Ensaios Quantitativos	**Normas ABNT**
Estabilidade alteração da viscosidade	NBR 12027
Teor de matéria não volátil em massa	NBR 12028
Teor de pigmento em massa	NBR 12029
Teor do veículo não volátil, em massa no veículo	NBR 12032
Para tinta branca: Teor de TiO2 no pigmento	NBR 12030
Para tinta amarela: Teor de PbCrO4 no pigmento	NBR 12031
Tempo de secagem espessura úmida 0,6mm	NBR 12033
Ensaio de abrasão, Al2O3, película seca	NBR 12034
Massa específica, kg/l	NBR 5829
Ensaios Qualitativos	
Cor Münsell	NBR 12034
Brilho	NBR 12035
Flexibilidade	NBR 12036
Sangramento	NBR 12037
Resistência à água	NBR 12038
Resistência ao calor	NBR 12039
Identificação do veículo não volátil por espectrofotometria de infravermelho	

Ensaios de Caracterização de Tintas

Ensaios de Caracterização de Esferas e Microesferas de Vidro	
Ensaios Quantitativos	**Normas ABNT**
Resistência à solução de cloreto de cálcio	NBR 6823
Resistência ao ácido clorídrico	NBR 6824
Resistência à água	NBR 6825
Resistência à solução de sulfeto de sódio	NBR 6826
Análise granulométrica	NBR 6827
Determinação do teor de sílica	NBR 6828
Determinação de defeitos	NBR 6829
Amostragem de microesferas	NBR 6830
Verificação do índice de refração	NBR 6832
Determinação da massa específica	NBR 6833

Ensaios de Caracterização de Esferas e Microesferas de Vidro

Ensaios de Caracterização dos Termoplásticos	
Ensaios Quantitativos	**Normas ABNT**
Teor de ligante em massa na mistura	NBR 13076
Teor de TiO2 em massa	NBR 13090
Teor de PbCrO4 ou CdS em massa	NBR 13078
Teor de microesferas em massa	NBR 13091
Massa específica	NBR 13079
Ponto de amolecimento	NBR 13092
Deslizamento	NBR 13080
Resistência à abrasão	NBR 13081
Ensaios Qualitativos	
Cor Münsell	NBR 13094

Ensaios de Caracterização dos Termoplásticos

Aplicação dos Materiais

Preparação das superfícies a serem demarcadas

As superfícies a serem demarcadas devem ser convenientemente varridas e jateadas com ar comprimido, de modo a se apresentarem secas e isentas de impurezas que possam prejudicar a aderência dos materiais. Caso se evidencie a presença de óleo ou graxa sobre a superfície a ser demarcada, esta deverá ser lavada com uma solução desengraxante.

Equipamentos utilizados na aplicação dos materiais

Tintas

É usual utilizar-se uma máquina autopropelida para demarcação de pavimentos, que aplique tinta por aspersão, com controle previsto de largura de faixa e taxa de aplicação com reservatório de tinta de capacidade entre 20 e 40 litros e com medidor de tinta aplicada.

O equipamento deve apresentar fácil maneabilidade e contar com dispositivos que permitam a homogeneização da tinta no interior do reservatório. O equipamento deve ser provido de um sistema de guia indicador de posição, regulável, e controle de velocidade de translação.

Máquina para aplicação de tintas de demarcação viária

Equipamento utilizado na aplicação de tinta

VI

Termoplástico

Fusor utilizado no aquecimento de termoplástico

Para a aplicação de material termoplástico, os equipamentos mínimos para aplicação do material pelo processo de **extrusão** são:

- Usina móvel constituída de recipiente para fusão do material, provida de aquecedores e agitadores com regulagem automática de temperatura;
- Veículo autopropulsor contendo conjunto para aplicação de massas termoplásticas;
- Termômetros em perfeito estado de funcionamento para controle da temperatura das caldeiras de fusão e do material;
- Dispositivos balizadores e miras óticas para direcionamento da unidade aplicadora durante a execução da demarcação;
- Conjunto para aplicação de termoplásticos;
- Conjunto de aplicação e distribuição de microesferas;
- Sapatas para aplicação manual de termoplásticos por extrusão.

Para a aplicação de material termoplástico pelo processo de **aspersão**, os equipamentos mínimos necessários são:

- Usina móvel constituída de recipiente para fusão do material, provida de aquecedores e agitadores com regulagem automática de temperatura;
- Veículo autopropulsor contendo conjunto para aplicação, contendo recipiente pressurizado para material termoplástico fundido dispondo de instalação de aquecimento indireto, com dispositivo de controle e regulagem;
- Compressor com tanque pulmão de ar destinado à pressurização do autoclave, com tanque de microesferas e tanque de imprimação e acionamento pneumático de pistolas de aplicação;
- Gerador de força para alimentação dos dispositivos de segurança e controle;

VI

- Dispositivos de aplicação contínua para execução das linhas simples;
- Dispositivos, acessórios de controle e segurança centralizados em painéis na cabine do veículo e na plataforma de comando do conjunto de aplicação;
- Termômetros em perfeito estado de funcionamento nas caldeiras de fusão e de aplicação.

Calibragem dos Equipamentos

A implantação de demarcação viária requer, periodicamente, a calibragem e ajustes de cada equipamento, devido a mudanças nas condições de aplicação relacionadas aos tipos de materiais, superfícies, dimensões das demarcações e recargas do equipamento.

Sempre que houver ausência de sistemas eletrônicos de autorregulagem, os ajustes relativos às quantidades e dimensões aplicadas de tintas, termoplásticos e microesferas devem ser obtidos de forma empírica, compondo um conjunto de aplicações, pesagens e medições até a obtenção dos valores para aplicação requeridos, ou seja, espessura controlada dos filmes, quantidade, distribuição e ancoragem adequadas de microesferas.

Durante o processo de calibragem dos equipamentos aplicadores de tintas, devem ser verificados os seguintes itens:

- Velocidade de Trabalho

  Deve-se avaliar a velocidade do equipamento aplicador de tintas, em uma via lateral (também pavimentada), próxima ao trecho a ser demarcado. Como exemplo, pode-se demarcar, nessa via, uma distância de 12m fazendo-se com que o equipamento a percorra dez vezes, cronometrando-se todas as passagens. Obtém-se, assim, uma média em relação ao tempo de deslocamento do equipamento, por exemplo, igual a 17,9 segundos. A velocidade do equipamento é estimada pela razão entre a distância e a média dos tempos.

  Logo, 12m ÷ 17,9 seg. = 0,67 m/s,
  ou aproximadamente, 0,67 x 3600 = 2,4 Km/h

  Essa velocidade deve ser mantida constante em todas as aplicações com aquele material e aquele equipamento.

- Largura da Faixa

  Para a aplicação de faixa (linha a ser demarcada) na largura desejada, deve-se experimentar várias alturas para a pistola de aspersão de tinta até que se

consiga o ideal. Essa altura então deve ser mantida constante.

■ Espessura de Película Úmida de Tinta
Na determinação da espessura de película úmida para as tintas, são testadas diversas pressões de aspersão (ar comprimido) e a medição da espessura do material é realizada com equipamento apropriado.

■ Aspersão de Microesferas
Para calibragem da quantidade de microesferas aspergidas pelo equipamento, de acordo com as taxas estipuladas e mantendo-se a pressão de aspersão constante, deve-se proceder da seguinte forma:

- Com o tanque cheio de tinta, aspergir material sobre uma placa metálica, de peso e dimensões conhecidas, de acordo com a espessura especificada, verificando-se a pressão do ar comprimido durante a aplicação. Pesar a placa + tinta, denominando-se P1;
- Em uma nova passagem do equipamento, aplicar em uma nova placa de peso conhecido, tinta e também microesferas. Pesar o conjunto placa + tinta + microesferas, denominando-se P2;
- A diferença entre P2 e P1 é o peso das microesferas ancoradas na tinta;
- A razão entre o peso das microesferas pela área aspergida na placa, determina a taxa de microesferas aplicadas;
- Esse procedimento deve ser repetido até que se consiga a taxa prevista, verificando-se a pressão do ar comprimido, cujo valor é fixado e mantido nas aplicações;
- Durante a calibragem, convém avaliar a uniformidade de distribuição das microesferas sobre o material de demarcação (com o auxílio de uma lupa).

■ Garantia da Qualidade
Para a garantia da qualidade dos serviços é importante que todo o material a ser utilizado na obra seja analisado, aprovado e selado pelo laboratório responsável pela análise, por lote de fornecimento.

Na amostragem dos materiais, é usual enviar-se 01 (uma) amostra por lote de fabricação, entendendo-se por lote o material produzido de uma só vez, sob as mesmas condições.

Para os serviços executados com os materiais já ensaiados, é comum realizar-se os seguintes ensaios de campo:

Espessura da Película
O material deve ser coletado durante a aplicação, junto à saída do equipamento aplicador, em chapa de folha de flandres ou similar, em intervalos a serem determinados. As medidas devem ser realizadas sem a adição de microesferas de vidro aspergidas.

Normalmente, para cada 200m² de área demarcada ou em cada jornada de aplicação, é retirada uma amostra para a verificação da espessura da película aplicada, desconsiderando-se sempre os 5% iniciais e finais da aplicação. São realizadas, pelo menos, 10 (dez) medidas por lote de amostra e o resultado é expresso pela média das medidas.

Medida de Retrorrefletância
As medidas são realizadas conforme norma e o padrão de retrorrefletância inicial ou padrão de referência é usualmente maior do que 220 mcd/lux/m² para a demarcação na cor branca e maior do que 170 mcd/lux/m² para a demarcação na cor amarela.

Elementos de Medição
São utilizados para a fiscalização da obra os equipamentos abaixo descritos:

- ■ Equipamento para medição da temperatura do pavimento;
- ■ Equipamento para medição da temperatura ambiente e da umidade do ar;
- ■ Equipamento para medição de comprimento das faixas retilíneas e curvas, relativas aos serviços executados (tipo Odômetro ou similar);
- ■ Chapa de folha de flandres ou similar (500mm x 200mm x 0,25mm);
- ■ Equipamento para se medir as espessuras das películas que estão sendo pintadas – com precisão de décimo de milímetro –, tipo medidor de película úmida (Erichsen ou similar) ou medidor de película seca (Mitutoyo ou similar);
- ■ Aparelho portátil para a medida da retrorrefletância inicial do tipo Mirolux 12.

Condições de Aplicação

■ Temperatura Ambiente e Umidade do Ar

Os materiais devem ser aplicados em condições atmosféricas tais que a temperatura do ar se situe entre 15 ºC e 35 ºC, a umidade relativa seja inferior a 80% e a temperatura do pavimento não exceda a 40 ºC. A aplicação deve ser realizada com clima seco.

Normalmente utiliza-se linhas com largura de 100mm e espessura de camada seca de 0,6mm ± 0,06 mm para

tinta solvente acrílica e à base de água; 1,5mm ± 0,15 mm para termoplástico aspergido e 3,0mm ± 0,3mm para termoplástico extrudado.

Para medição da temperatura ambiente e umidade do ar, pode-se utilizar o higrômetro.

A temperatura do pavimento pode ser medida através de um aparelho tipo "Termotemp – noncontact thermometer, Model HTT-2, Pavemark" ou similar, devendo ser tomadas a uma distância de 15cm da superfície pavimentada.

Operação e Controle da Aplicação

Em seguida ao preparo do pavimento, deve-se proceder a pré-marcação das linhas, o ajuste do equipamento e à aplicação propriamente dita. Conforme descrito acima, deve-se efetuar, então, estrito controle da aplicação dos materiais nos seguintes aspectos: data e hora de aplicação; cor; temperatura ambiente; tempo de secagem ao toque e ao tráfego; umidade relativa do ar; quantidade de material aplicado; pressão de aplicação; retrorrefletância; largura e espessura de faixa; distribuição de microesferas e ancoragem.

Execução da Demarcação - Problemas x Soluções

Apresenta-se a seguir tabelas baseadas em Moreira H.[i], onde são discriminados alguns problemas e soluções referentes à aplicação da demarcação viária:

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Esferas concentradas num só lado da demarcação	Desalinhamento da pistola espargidora de esferas	Alinhar o bico da pistola
	Entupimento da pistola espargidora de esferas	Limpar a pistola
Excesso de esferas	Desgaste da agulha da pistola, dificultando o fechamento.	Trocar a pistola
	Excesso de pressão no tanque de esferas	Diminuir a pressão no tanque
Esferas concentradas no centro da demarcação	Baixa pressão no tanque de esferas	Aumentar a pressão do tanque
	Desajuste no controle de fechamento ou abertura no tanque	Ajustar o controle
	Desalinhamento da pistola espargidora de esferas	Alinhar a pistola
	Abertura excessiva do bico da pistola espargidora de esferas	Trocar o bico
Esferas afundadas	Reduzida distância entre o pavimento e a pistola	Aumentar a altura da pistola
	Distância insuficiente entre pistolas espargidoras de esfera e de material	Aumentar a distância entre pistolas espargidoras
	Espessura de material maior do que o especificado	Ajustar a espessura do material
Esferas pouco ancoradas	Excessiva distância entre o pavimento e a pistola espargidora de esferas	Reduzir a altura da pistola
	Baixa temperatura de aplicação em termoplásticos	Aumentar a temperatura de aplicação em termoplásticos
Aplicação não homogênea de esferas	Baixa pressão no tanque de esferas	Aumentar a pressão no tanque
Presença de esferas fora da demarcação	Calibragem inadequada da pistola espargidora de esferas	Calibrar a pistola adequadamente

Tipos de Problemas com Microesferas de Vidro

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Excesso de material no centro da demarcação	Excesso de pressão no reservatório de material de demarcação	Reduzir a pressão
	Falta de regulagem no parafuso de controle	Fechar o parafuso de controle
	Reduzida pressão do ar de atomização	Aumentar a pressão do ar
	Excessiva pressão da bomba	Reduzir a pressão da bomba
Espessura insuficiente no centro da demarcação	Excessiva pressão do ar de atomização	Reduzir a pressão do ar
	Reduzida pressão no tanque	Aumentar a pressão no tanque
Largura excessiva na demarcação	Pistola de tinta muito alta	Abaixar a pistola de tinta
	Não utilização de discos limitadores	Usar ou ajustar os discos limitadores
Largura insuficiente na demarcação	Reduzida altura da pistola asperssora de tinta	Aumentar a altura da pistola
	Posicionamento inadequado do bocal da pistola de aspersão de tinta	Verificar a angularidade do bocal de aspersão da pistola (90° em relação à linha a ser demarcada)
	A tampa da ventoinha não fecha adequadamente	Verificar o fechamento ou substituir a tampa da ventoinha
	Entupimento da pistola de aspersão ou não diluição da tinta	Desentupir o bocal da pistola e verificar se a tinta foi diluída conforme especificado
Espessura excessiva	Abertura excessiva do parafuso de controle do ajuste de espessuras	Fechar o parafuso de controle
	Excessiva pressão na aplicação de material	Ajustar a pressão de aplicação
	Reduzida velocidade de aplicação	Aumentar a velocidade de aplicação
Marcas tipo "estrias"	Pressão do ar muito alta	Ajustar a pressão do ar
	Pressão das esferas muito alta	Ajustar a pressão das esferas
Espessura maior num só lado da demarcação	Bico entupido	Limpar a agulha
	Disco limitador sujo	Limpar o disco limitador

Tinta de Demarcação Viária

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Bordas irregulares (falhas na demarcação)	Reduzida temperatura de aplicação do termoplástico	Aumentar a temperatura de aplicação do material
	Reduzida quantidade de material	Aumentar a quantidade de material
	Pressão de aspersão do material inadequada	Corrigir a pressão de aspersão
Bordas irregulares (ondulações na demarcação)	Alta temperatura de aplicação do material	Reduzir a temperatura de aplicação do material
	Pressão de aspersão do material inadequada	Corrigir a pressão de aspersão
	Válvula reguladora da aplicação de material muito aberta	Verificar válvula reguladora da aplicação de material
Demarcação na cor da branca com aspecto amarelado	Material superaquecido	Descartar o material
	Material reaquecido muitas vezes	Descartar o material
Presença de cavidades	Alta velocidade de aplicação do material	Reduzir a velocidade de aplicação do material
	Cura insuficiente do primer	Aguardar a cura do primer
Presença de bolhas de ar	Viscosidade inadequada do material	Verificar a viscosidade de aplicação do material
Ocorrência de grumos	Material carbonizado (grumos escuros)	Peneirar o material para remover os grumos
	Material não homogeneizado (grumos granulares)	Aquecer o material por mais tempo até que fique homogêneo
	Pavimento sujo contendo pedriscos ou fragmentos	Limpar o pavimento adequadamente
Aparecimento de estrias	Baixa temperatura de aplicação do material	Aumentar a temperatura de aplicação
	Alta velocidade de aplicação do material	Reduzir a velocidade de aplicação
Ocorrência de respingos ou espessura inadequada no início ou no final da demarcação	Desajuste no dispositivo de aplicação	Ajustar o dispositivo de aplicação

Material Termoplástico

Defeitos Decorrentes de Aplicação Inadequada

Durante a aplicação dos materiais, podem ocorrer defeitos constatados através de simples observação visual.

Quanto ao comprometimento em relação à durabilidade e eficiência da demarcação, esses defeitos podem ser classificados como **severos**, **moderados** ou **leves**. Considera-se defeitos **severos** aqueles relacionados a seguir, devidamente evidenciados pelas respectivas fotos:

a) Largura da Linha de Demarcação Inferior ao Especificado
A largura da linha a ser demarcada é determinada em função da composição do tráfego e da velocidade diretriz da via. Quando esta é inferior ao especificado em projeto, pode haver comprometimento da segurança viária.

b) Espessura do Filme Inferior ao Especificado
A aplicação de filme com espessura inferior ao especificado pode levar ao recobrimento insatisfatório do pavimento e pode levar também à insuficiente retenção de microesferas, resultando na obtenção de valores de retrorrefletância aquém do desejado.

Espessura do Filme Inferior ao Especificado

c) Aplicação Realizada sobre Pavimento Sujo
Esse procedimento reduz a vida útil da demarcação, pois irá resultar em soltura do material. A demarcação se ancora ao material terroso depositado sobre a pista e não sobre o pavimento.

Aplicação realizada sobre pavimento sujo

d) Aparecimento das Trincas Filiformes
As trincas filiformes são decorrentes da aplicação sobre pavimento asfáltico úmido, resultando em soltura da demarcação viária e em consequente redução da vida útil da demarcação. Observar, na foto abaixo, o estágio inicial das trincas filiformes e, na foto seguinte, a progressão das trincas com conseqüente soltura em placas do material de demarcação viária.

Trincas Filiformes

Soltura de material aplicado em pavimento úmido

e) Soltura de Material Aplicado sobre Pavimento de Concreto

Tal soltura ocorre principalmente em razão da não aplicação anterior de primer promotor de aderência. Cabe observar que é usual aplicar-se a tinta de demarcação na cor preta com largura maior à largura da linha a ser demarcada para melhorar o contraste da demarcação em pavimentos de concreto.

Soltura da tinta devido à ausência de primer

f) Recobrimento Insatisfatório do Pavimento pelo Material de Demarcação

Pode estar relacionado a entupimento da pistola de aspersão, à pressão e à viscosidade de aplicação impróprias ou, ainda, à espessura de filme aplicado inferior ao especificado

Recobrimento Insatisfatório

g) Bolhas de Ar ou Crateras

Caracterizadas por pequenos orifícios que surgem durante ou após a aplicação do material, devido, principalmente, à viscosidade de aplicação inadequada.

Viscosidade Inadequada da Tinta

Podem ser classificados como defeitos **moderados** os seguintes:

h) Sobre espessura

Caracterizada por superposição de material quando da execução das setas direcionais e do preenchimento de áreas neutras, com a sapata de aplicação de termoplástico extrudado.

Superposição de material

i) Aplicação Inadequada

A inadequada aplicação do material de demarcação pode resultar em falhas ou em acúmulo de material no centro ou nas bordas.

Aplicação Inadequada de material

j) Estrias

As estrias são caracterizadas por sulcos superficiais, devido, provavelmente, à presença de grumos no material, à limpeza inadequada do equipamento de aplicação (pistola ou sapata), quando da aplicação de tinta ou termoplástico aspergido, ou à deformação na chapa de acabamento quando da aplicação em termoplástico extrudado.

Estrias devido à limpeza inadequada do equipamento

k) Grumos

A presença de grumos pode ocorrer devido à limpeza inadequada do equipamento de aplicação (pistola ou sapata) ou à inadequada viscosidade e pressão de aplicação.

Grumos devido à inadequada viscosidade e/ou pressão de aplicação

Podem ser classificados como defeitos **leves**:

l) Bordas mal definidas

As bordas mal definidas da demarcação resultam em acabamento inadequado.

Bordas mal definidas

VI

m) Manchões

Os manchões são caracterizados por manchas provocadas pela incorreta distribuição de microesferas de vidro.

Manchões

n) Casca de Laranja

Esse defeito é caracterizado por pequenas ondulações superficiais, semelhantes à casca de laranja. É ocasionado, possivelmente, por inadequada viscosidade e pressão de aplicação

Casca de Laranja

o) Células de Bernard

As células de Bernard são ocasionadas pela excessiva espessura de película aplicada e são caracterizadas pelo aparecimento de células hexagonais que prejudicam a uniformidade do filme.

Células de Bernard

Esse capítulo faz parte do Manual de Procedimentos Ambientais em Empreendimentos Rodoviários e está disponível no site www.der.mg.gov.br

O art. 38 do Decreto no 44.752/2008, que regulamenta as atividades do DER/MG define as atribuições da GMA - Gerência de Meio Ambiente:

"Art. 38. A Gerência do Meio Ambiente tem por finalidade assegurar a execução das atividades relacionadas com a elaboração e implantação de planos e programas de proteção ao meio ambiente, competindo-lhe:

I - Planejar e coordenar as atividades de proteção e monitoramento ambiental, em articulação com as demais unidades envolvidas;

II - Elaborar planos e programas para recuperação de áreas ambientalmente degradadas nos locais de influência de rodovias estaduais e assessorar a implantação das medidas mitigadoras necessárias;

III - Promover em sua área de atuação a elaboração e atualização do cadastro de dados relativos ao meio ambiente físico e biótico do Estado;

IV - Planejar, coordenar e acompanhar a preservação ambiental das áreas patrimoniais e sob domínio do DER/MG;

V - Promover o licenciamento ambiental;

VI - Promover a fiscalização dos serviços contratados e fornecer elementos necessários à elaboração de medições.

Parágrafo Único: A Gerência do Meio Ambiente observará as diretrizes referentes à legislação ambiental vigente, especialmente as do Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA).

Viabilidade Ambiental da Atividade Rodoviária

No setor rodoviário, o entendimento da questão ambiental está expresso na obediência à legislação ambiental que orienta as atividades rodoviárias, sendo estas transformadoras do meio onde estão inseridas. Essa conformidade com a lei inclui aspectos de planejamento quando são examinadas diferentes alternativas sob a ótica ambiental, associada e harmonizada aos aspectos técnicos, econômicos e sociais. O princípio da "Viabilidade Ambiental" está, portanto, intimamente vinculado à Preservação do Meio Ambiente e Sustentabilidade Ambiental do Modal Rodoviário. O respeito à legislação ambiental e a adoção de procedimentos ambientalmente corretos conduzem forçosamente à evolução dos projetos rodoviários e, consequentemente, à redução dos impactos significativos quer sejam físicos, bióticos ou antrópicos. Estes, por sua vez, atestam ou não a viabilidade do empreendimento do ponto de vista ambiental.

Política Ambiental do DER/MG

Fundamento conceitual

A Política Ambiental do DER/MG foi desenvolvida tendo como marco conceitual as normas da série ISO 14.000 que são referentes ao Sistema de Gestão Ambiental. Essas normas contemplam ainda aspectos ambientais em normas de produtos, auditoria ambiental, rotulagem ambiental e análise do ciclo de vida dos produtos. Outras também foram consideradas como importantes referências, além da Política Nacional do Meio Ambiente, como a política do Ministério dos Transportes e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Outra referência analisada foi o modelo de atuação na área ambiental da Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas (SETOP).

Declaração da Política Ambiental do DER/MG

Assegurar soluções adequadas de transporte rodoviário de pessoas e bens no Estado de Minas Gerais, garantindo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade do meio ambiente, de acordo com os seguintes princípios:

- Nos **projetos rodoviários**, contemplar a componente ambiental, considerando os aspectos físicos, bióticos e antrópicos, levando em consideração a segurança do tráfego e de pedestres;
- Nas **obras rodoviárias**, atender plenamente às especificações ambientais dos projetos e dos processos de licenciamento, visando construir um sistema viário ambientalmente adequado;
- Na **operação das rodovias**, contemplar a componente ambiental de forma a transformá-la em um instrumento cada vez mais indutor da proteção do meio ambiente;
- Viabilizar a recuperação do **passivo ambiental** existente e atuar na prevenção de novas ocorrências;
- Considerar as **faixas de domínio** como de interesse

ambiental, especialmente por suas relações com os seguintes tópicos: aspectos de segurança viária, preservação de cobertura vegetal e fauna associada, prevenção de processos de degradação do solo e dos recursos hídricos e ainda das relações com as comunidades residentes às margens das rodovias;

- Desenvolver uma **competência institucional na área do meio ambiente** por meio de treinamento e capacitação de todos os funcionários;

- Considerar o **conhecimento pleno (e sempre atualizado) das normas, das leis e dos dispositivos institucionais** como condição essencial da gestão ambiental na Instituição e fazer cumprir a legislação e demais instrumentos;

- Promover o **estudo e a pesquisa visando inovar o transporte rodoviário e sua gestão** com o objetivo de adequá-los à sustentabilidade ambiental e ecológica, introduzindo novos conceitos e teorias quanto ao uso de materiais e aos processos construtivos;

- Manter os **registros da atuação ambiental** do DER/MG formalizados em todos os seus aspectos, como condição para a consolidação e fortalecimento da gestão ambiental;

- Realizar o **monitoramento da qualidade ambiental** nas áreas de influência das rodovias, visando avaliar o desempenho da Instituição na gestão do meio ambiente a ajustar suas ações quando necessário;

- Manter um **diálogo permanente** com os órgãos ambientais, com a comunidade e com os prestadores de serviços visando aperfeiçoar a gestão ambiental na Instituição e ampliar a qualidade ambiental da atividade rodoviária;

- Promover a integração dos **programas de educação ambiental** e de educação para o trânsito e associá-los à implantação dos empreendimentos rodoviários.

Instrumentos de Gestão

Avaliação Ambiental Estratégica (AAE)

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) tem como objetivo geral definir as estratégias que ofereçam suporte a decisões ambientalmente sustentáveis nos empreendimentos do Programa Rodoviário de Minas Gerais (PRMG).

Os estudos da AAE incluíram a identificação dos impactos ambientais estratégicos do PRMG e a criação de dois índices:

- **Índice Ambiental (IA)**
- **Índice de Benefício Social e Econômico (IBSE)**

Os impactos e os índices constituem os principais produtos da AAE para caracterizar o Programa e os trechos rodoviários integrantes, com o objetivo de oferecer suporte a tomadas de decisão sobre a viabilidade de implantação, da definição de prioridades, dentre outros aspectos.

Os impactos potenciais estratégicos com abrangência estadual identificados para o PRMG foram:

1. Redução da qualidade e quantidade dos recursos hídricos superficiais pela expansão da ocupação do solo;
2. Intensificação de conflitos de uso da água devido à expansão das atividades econômicas e da ocupação do solo;
3. Poluição hídrica resultante de acidentes com cargas de produtos perigosos.
4. Redução da vegetação nativa devido à expansão de usos do solo nas zonas urbanas e rurais;
5. Pressão sobre unidades de conservação e áreas de entorno, afetando a biodiversidade;
6. Pressão sobre áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, com redução de áreas disponíveis para proteção;
7. Ampliação do dinamismo econômico do Estado;
8. Expansão de setores econômicos específicos: sucroalcooleiro, turismo e agroindústrias;
9. Evolução da rede de centros urbanos do Estado;
10. Dinamização do uso e da ocupação do solo nas zonas urbanas e rurais;
11. Melhoria das condições de vida da população em geral;
12. Geração de problemas urbanos devido ao aumento das demandas de serviços públicos e infraestrutura;
13. Interfaces com populações tradicionais (indígenas e quilombolas);
14. Aumento das relações inter-regionais para fins econômicos e sociais.

Quanto aos índices IA e IBSE, estes se aplicam a cada rodovia e possibilitam avaliar sua viabilidade ambiental caso a caso.

Índice Ambiental (IA)

Esse índice foi criado para fornecer indicações sobre a qualidade das interações entre cada trecho rodoviário e o meio ambiente de sua área de abrangência. Seu objetivo é apontar as interações positivas (+) e as negativas (-) considerando como referência os objetivos do PRMG.

Para composição do IA, foram utilizadas as seguintes variáveis: meio físico, meio biótico, meio sócioeconômico. De acordo com as variáveis, cada trecho rodoviário do PRMG recebeu uma pontuação que variou de 0 a 13, sendo que, para cada interação positiva, foi atribuído 1 ponto.

Índice de Benefício Econômico e Social (IBSE)

O IBSE (Índice de Benefício Econômico e Social) foi criado com o objetivo de identificar os benefícios socioeconômicos associados às intervenções propostas pelo PRMG, por meio de procedimentos analíticos tipicamente rodoviários. Isso foi feito considerando critérios sociais vinculados à acessibilidade e mobilidade, permitindo determinar, assim, o aporte que cada intervenção agrega em sua área de influência.

Para construção do IBSE foram utilizados os seguintes indicadores:

- Redução de custos de deslocamento
- População de baixa renda dos municípios
- Ganho com o Tempo de Viagem (GTV)

Foram criados também 5 intervalos para qualificar o impacto do IBSE e compatibilizar com o IA.

Núcleo de Gestão Ambiental (NGA)

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) instituiu os Núcleos de Gestão Ambiental (NGA). Essas são estruturas institucionais criadas pelo Decreto no 43.372/2003 e implantadas no âmbito de cada uma das Secretarias de Estado, incluindo a SETOP.

O PRMG conta com 195 trechos rodoviários com extensão total de 14.161,6km.

As rodovias integram 3 subprogramas, subdivididos em componentes:

- Pavimentação de rodovias: PROACESSO, Apoio ao Setor Sucro-Alcooleiro e Rodovias Turísticas e Ecológicas (92 trechos e 2.944,70 km);
- Adequação da Rede Principal: Corredores Radiais de Integração e Desenvolvimento e Corredores Troncais (32 trechos e 7.471,9km);
- Complementação da Rede Rodoviária: Pavimentação de Novas Rotas (71 trechos e 3.745km).

O Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE)

O ZEE (Zoneamento Ecológico Econômico) foi gerado a partir do cruzamento de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Fundação João Pinheiro (FJP), além de órgãos e secretarias. Para montá-lo, foram usadas 240 variáveis de diversas origens:

- Componentes naturais
  Geologia, hidrologia, cobertura vegetal, número de unidades de conservação, fauna e flora, dentre vários outros).

- Componentes institucionais
  Autonomia política e administrativa dos municípios.

- Componentes humanos
  Alfabetização, sobrevivência infantil, infra-estrutura hospitalar, abastecimento de água e atendimento de coleta de lixo, dentre outros.

- Componentes produtivos
  Arrecadação do INSS, turismo, transportes e consumo de energia.

Projeto Técnico de Reconstituição da Fauna (PTRF)

O Projeto Técnico de Reconstituição da Fauna é um documento exigido pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) nos casos de supressão de vegetação para intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP). Como o próprio nome diz, esse projeto tem como objetivo a apresentação de medidas que tenham como finalidade a reconstituição da flora, baseadas em estudos prévios das características físicas das áreas em questão. É exigida a sua elaboração para que seja possível a obtenção da Autorização Para Exploração Florestal (APEF), concedida pelo IEF e regulamentada pela Deliberação Normativa nº 76/2004. Essa norma dispõe sobre interferência em áreas consideradas de Preservação Permanente e dá outras providências.

Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD)

O Plano de Recuperação de Área Degradada é o documento técnico que detalha as soluções de recuperação de áreas exploradas, principalmente no processo de obtenção de materiais granulares. O PRAD regula ainda a complementação de serviços para restabelecimento das boas condições ambientais dessas áreas.

VII

EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS E COMPONENTE AMBIENTAL

Interfaces da Engenharia Rodoviária com os Estudos / Projetos Ambientais

A seguir, são apresentadas as principais interfaces da Engenharia Rodoviária com os Estudos / Projetos Ambientais:

As principais atividades previstas na execução das obras são:

a) Instalação do Canteiro, Operação e Desmobilização;
b) Desmatamentos e Limpeza do Terreno;
c) Abertura de Caminhos de Serviço;
d) Serviços de Terraplenagem;
e) Drenagem, Obras-de-arte Correntes;
f) Exploração de Áreas de Ocorrência de Material (pedreiras e areais);
g) Risco de Ocorrência de Acidentes.

Muitas vezes, essas situações podem gerar emergências ambientais nas obras. Nesse sentido, os principais impactos ambientais decorrentes da implantação do empreendimento associados às seguintes ações geradoras são:

a) Instalação do Canteiro, Operação e Desmobilização
As atividades relacionadas ao canteiro de obras podem gerar a contaminação de corpos d`água pelos seguintes fatores: pelo mau funcionamento da fossa séptica, pelos problemas na caixa separadora de água e óleo previstos ou ainda pelo mau acondicionamento dos tanques de material betuminoso.

b) Desmatamentos e Limpeza do Terreno
Tais atividades podem gerar impactos quanto à potencial supressão de vegetação expressiva, não prevista no projeto. Da mesma forma, podem gerar impacto nos processos de carreamento de sólidos para os cursos d'água.

c) Abertura de Caminhos de Serviço
A abertura dos caminhos pode gerar o assoreamento de talvegues e contaminação de corpos d`água na execução da terraplenagem para estes.

d) Serviços de Terraplenagem
Tais serviços podem gerar acidentes com veículos, pedestres e trabalhadores, além de interferências em APP's por depósito de material, causando, assim, assoreamento e escorregamento dos materiais das superfícies.

e) Drenagem, Obras de arte Correntes
A drenagem em execução pode ser insuficiente em chuva eventual, contribuindo para a desestruturação dos terraplenos em obras.

f) Exploração de Áreas de Ocorrência de Material (pedreiras e areais)
Tais explorações podem gerar impactos quanto à degradação do uso das áreas exploradas, desmate de vegetação expressiva não indicada no projeto, erosões e assoreamento, proliferação de vetores, poluição do ar, poluição da água, ruídos e vibrações, degradação de áreas urbanizáveis, acidentes decorrentes de mau acabamento de taludes e acidentes decorrentes de uso eventual de explosivos.

g) Risco de Acidentes
O risco de acidentes fica maior principalmente pelo tráfego de veículos pesados e pelos equipamentos tanto ao longo da obra quanto junto aos acessos.

Ações pertinentes à fase de operação e manutenção

As atividades de operação e manutenção de rodovias devem ser abordadas e conduzidas considerando os aspectos ambientais. As ações devem ser realizadas, principalmente, no sentido de verificar a eficiência dos equipamentos de conservação da qualidade ambiental e dos componentes que garantem a integridade e conservação da própria rodovia.

Essas abordagens são conduzidas da seguinte maneira:

Aspectos relacionados a eventuais problemas estruturais:

Devem ser avaliados todos os episódios que afetam a estrutura geral da faixa de domínio, independentemente de sua origem ou causa, e que representam risco de dano ou de impedimento do fluxo de tráfego. Essa avaliação deve considerar as características dos episódios de forma a orientar a adoção de medidas corretivas ou a, ao menos, reduzir os efeitos. Em geral, essas medidas devem conduzir à reavaliação da eficiência dos projetos ambientais, tais como estabilização de encostas, drenagens pluviais e travessias sobre drenagens naturais, indicando as intervenções necessárias para garantir a integridade da rodovia e a conservação dos recursos naturais sob sua influência.

Aspectos relativos à segurança dos usuários:

Todos os registros de reclamação e acidentes são analisados segundo suas causas prováveis. Isso deve

permitir tanto o acompanhamento estatístico, quanto a avaliação da eficiência dos componentes de segurança. Nesse caso, estão em evidência os seguintes aspectos: a sinalização, as defensas, a vegetação em sua relação com a visibilidade e com as áreas de escape, a geometria e o pavimento, os usos estabelecidos ao longo da faixa de domínio segundo os estudos ambientais e, ainda, todos os componentes que afetam a segurança do usuário.

Considerando os problemas relativos à qualidade de vida na área de influência direta, as rotinas de vistoria se voltam para o conforto das populações instaladas nas proximidades e nas próprias faixas de domínio. As rotinas buscam a verificação de indicadores de qualidade do ar, da água e do solo, dos níveis de ruído, da presença de vibrações, da segurança nas travessias e das ocupações clandestinas na faixa de domínio.

Também são verificados: abertura de acessos não autorizados, publicidades, placas e "outdoors" em locais prejudiciais à segurança da rodovia, acúmulo de lixo e outras práticas que coloquem em risco a integridade da rodovia e a segurança do tráfego.

Aspectos relacionados à faixa de domínio:

■ Combate e prevenção de queimadas e capina química

As margens das rodovias, como locais públicos de acesso livre, permitem a ocorrência de focos de incêndio que podem causar problemas, tanto ao tráfego, pela redução da visibilidade devido à fumaça, quanto à vegetação nativa ou àquela cultivada nas vizinhanças da rodovia. Tais ocorrências provocam prejuízos ecológicos e econômicos evidentes.

Também as propriedades urbanas ou rurais dentro da área de influência devem estar preparadas para evitar o uso da prática de queimada e da queima do lixo. A queimada é um procedimento arcaico de manejo de solo e a queima de lixo é outra prática superada de destinação de resíduos sólidos.

O público interno, constituído pelos funcionários da operadora, deve estar consciente do problema, tanto no sentido de combate aos focos de incêndios, quanto de sua prevenção. É importante que também assumam responsabilidades quanto à divulgação dos perigos que tais práticas representam. Vale lembrar que os funcionários jamais devem utilizar esses procedimentos nos serviços de manutenção. As equipes de manutenção também devem ter ciência da proibição pelo uso do processo de capina química, isto é, o emprego de herbicidas ao longo das faixas de domínio.

■ Lixo nas rodovias

Os resíduos sólidos acumulados ao longo de uma rodovia são uma constante fonte de problemas. Por vezes, o acúmulo de latas, papéis e plásticos, além de outros objetos lançados dos veículos, afetam drenagens, bueiros e valas. Isso causa assoreamento, alagamento e mesmo erosão, que, num processo cumulativo, pode levar a danos estruturais significativos, além de gerar aspecto visual deprimente.

De qualquer forma, a falta de uma ação preventiva leva a gastos maiores com a coleta e a destinação dos resíduos. Inclusive, outros gastos decorrem do problema de reparos na própria rodovia, de manutenção de veículos nos acostamentos, de postos de abastecimento, de restaurantes, de bares, de hotéis e de outros serviços na faixa de domínio.

As propriedades privadas *lindeiras* à rodovia também são uma fonte de resíduos que precisa ser considerada na abordagem de um projeto educacional desse tema.

O público alvo, interno e externo, deve ser orientado e informado segundo diferentes graus de participação ou intervenção no problema.

■ Preservação do patrimônio público

O equipamento colocado a serviço do usuário da rodovia e das populações em sua vizinhança, seja a simples placa indicativa ou viadutos, trevos e passarelas, são patrimônios públicos no sentido amplo. Constituem patrimônio público tanto pela origem econômica, na forma de impostos e taxas, quanto pelo uso, já que os equipamentos são destinados a todos, sem discriminação. Todo dano causado a objetos, serviços ou obras resulta em custos de manutenção, restauração ou mesmo reposição, que significam, afinal, gastos do dinheiro público.

O processo de manutenção do complexo de estruturas da rodovia pode se tornar mais eficiente com a participação pública. O envolvimento e a coresponsabilidade das comunidades vizinhas e usuárias permite a apropriação do bem por parte delas, seja na cobertura vegetal de efeito cênico, na estrutura de um viaduto ou na simples fixação de um talude.

■ Ocupação do solo

A faixa de domínio da rodovia é um espaço que tem muitas vocações e permite uma infinidade de atividades. Em outras palavras, a margem da rodovia é convidativa para morar, para o lazer, para a oferta de produtos e serviços, etc. Dessa forma, cria condições para invasões e apropriações indevidas, que vão da colocação de placas e cartazes de propaganda até a construção de habitações precárias. Nesse tema, os projetos de educação ambiental devem buscar a conscientização e a participação do público interno da operadora e da sociedade em geral para o respeito e obediência aos estudos ambientais, nos quais ficaram estabelecidos os critérios e os limites geográficos para a distribuição de atividades e serviços ao longo da via.

■ Prevenção de acidentes

Os prejuízos sociais decorrentes de acidentes rodoviários são uma constante preocupação para o DER/MG, para a sociedade e para a empresa operadora, principalmente no caso de acidentes com produtos perigosos. A perda irreparável de vidas humanas, os custos indiretos agregados às perdas materiais e humanas - inclusive invalidez temporária e permanente - dificilmente são consideradas em toda a sua magnitude. Isso sem contar os prejuízos ambientais nos acidentes com produtos perigosos.

Calculando-se todas as variáveis com implicações econômicas e sociais, fica evidente que uma atitude preventiva é absolutamente recomendável. Isso pode ocorrer por um programa amplo de educação para o trânsito e de informação prévia dos elementos de risco dentro da rodovia, principalmente aqueles decorrentes de intervenção, de manutenção e de rotina de operação. Tal medida resulta em uma considerável economia de recursos. Assim, é de suma importância a adoção de um programa de atendimento a acidentes com produtos perigosos em conjunto com a Política Rodoviária e com órgãos ambientais, no sentido de se proceder com total garantia, em caso de acidentes, visando não só à proteção do meio ambiente, mas também dos usuários e dos moradores nas áreas de entorno. Outro aspecto a considerar é a permanente parceria com os órgãos de saneamento, tratamento e distribuição de água potável, uma vez que a travessia e as áreas de entorno de mananciais em uso ou em potencial devem ser efetivamente protegidas durante a construção ou operação das rodovias.

ATIVIDADES GERENCIAIS AMBIENTAIS

Acompanhamento do Processo de Licenciamento

A condução do processo de licenciamento introduz uma série de obrigações diversificadas que devem ser atendidas satisfatoriamente pelo DER/MG na condição de empreendedor. Para tanto, é necessária a adoção de métodos de acompanhamento e de análise de todo o processo de licenciamento regidos pelas exigências constantes das licenças ambientais (LP, LI e LO). Cabe ressaltar que as obras passíveis de Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) - até mesmo as dispensadas de AAF - e todos os empreendimentos sujeitos ao licenciamento, necessitam de outorga de Direito do Uso de Águas Públicas e de Autorização para Exploração Florestal (APEF). O Direito de Uso de Águas Públicas está relacionado às intervenções em cursos d'água (pontes e bueiros de grota) e a Autorização para a Exploração Florestal se relaciona à supressão de vegetação e às intervenções em Áreas de Preservação Permanente (APP).

Supervisão Ambiental

Serviços a serem executados

Os serviços de supervisão ambiental das obras rodoviárias visam:

■ Dotar o DER/MG de informações suficientes e concretas sobre os serviços ambientais das obras, particularmente no que diz respeito aos seguintes aspectos:

- Qualidade dos serviços e obras, inclusive sobre a obediência ao projeto de engenharia ambiental (RCA/PCA) e respectivas recomendações.
- Desempenho e estrutura da Construtora na execução dos serviços relacionados ao meio ambiente e legislação específica.
- Atendimento às exigências de órgãos ambientais (FEAM, IEF, IGAM e IBAMA);
- Proteção ao meio ambiente.

■ Executar diretamente serviços compreendendo:

• Detalhamento do projeto de engenharia ambiental, quando este for omisso quanto a aspectos construtivos e de especificações;
• Esclarecimento à Construtora quanto ao projeto de engenharia ambiental e às suas recomendações;
• Revisão e/ou atualização do projeto de engenharia ambiental, conforme e quando necessário, eliminando todos os tópicos em desacordo com as normas;
• Acompanhamento da execução de cada etapa de obra, fiscalizando os serviços ambientais executados;

VII

- Solução de problemas construtivos imprevistos ocorridos nos serviços e obras ambientais constantes dos RCA/PCA;
- Apoio à Gerência de Meio Ambiente (DER/MG) na formalização e no acompanhamento de processos de licenciamento e autorizações ambientais.

Premissas

Devem ser obedecidas as normas, os manuais, as instruções e as especificações em vigor no DER/MG no que tange às obras que serão supervisionadas, àquelas particulares ou especiais constantes do projeto de engenharia ambiental ou fornecido por escrito pela FISCALIZAÇÃO do DER/MG e, ainda, aquelas concernentes à execução de serviços de engenharia consultiva.

A responsabilidade final pelas obras cabe à FISCALIZAÇÃO do DER/MG, à qual a firma supervisora contratada estará subordinada e da qual receberá orientação e diretrizes quanto ao desenvolvimento dos serviços.

O acompanhamento do DER/MG deve ocorrer em duas frentes:

- O acompanhamento, junto ao Empreiteiro, de todos os procedimentos referentes aos processos de licenciamento, tais como: requerimentos, projetos de recuperação ambiental, equipamentos de controle de poluição, etc;
- O monitoramento de todas as autorizações ou licenças dos órgãos ambientais que estejam vinculadas ao processo de licenciamento da obra em questão.

Será ainda necessário elaborar o Relatório Final da obra, informando seu histórico e seus antecedentes. O documento registrará desde a fase de projeto e deverá considerar todos os eventos técnicos relevantes, assim como fornecer indicações sobre alterações do projeto ambiental e seus motivos, serviços necessários não realizados e recomendações para a operação da via. Esse relatório permite também resgatar informações objetivas e sintéticas sobre o processo de licenciamento, inclusive das jazidas, usinas e demais instalações vinculadas à rodovia. Por tudo isso, o documento permite uma visão abrangente da situação geral da obra quanto às questões ambientais.

Recuperação Ambiental de Passivos Rodoviários

Conceituação do Passivo Ambiental

O passivo ambiental representa todas as obrigações destinadas a um só objetivo: promover investimentos em ações que sejam relacionadas à extinção ou à amenização dos danos causados ao meio ambiente.

Do ponto de vista técnico, entende-se por passivo ambiental as externalidades geradas pela existência da rodovia sobre terceiros e por externalidades geradas por terceiros sobre a rodovia. Embora sejam gerados por terceiros, nem sempre estes podem ser identificados e devidamente responsabilizados, obrigando o DER/MG a assumir a correção do passivo em defesa da estrada e de seus usuários.

A seguir, é apresentado um exemplo de ficha de cadastramento do passivo:

FICHA DE CADASTRO DE PASSIVO AMBIENTAL				
1 - LOCALIZAÇÃO				
CRG : 28 *	CODIGO : 418BMG0150	ID : 25	KM : 0,1	DATA : 12/4/2007
COORDENADAS : S 17,52'59,7"	W 48,18'22,1"			

2 - RESUMO

Erosão na margem esquerda do Rio Todos os Santos, atingindo a estrutura de sustentação da ponte de transposição do referido rio.

Apresenta risco ao tráfego, com processo erosivo em evolução, comprometendo seriamente a estrutura da ponte. Médio risco ao meio ambiente, por estar sendo depósito de todo o sedimento da erosão na calha do rio. (APP)

Movimento natural do rio, que meandra o vale, escavando e depositando o material aluvionar de forma contínua.

3 - SOLUÇÃO

É necessário a execução de estudos posteriores, sendo:
Levantamento topográfico da área de abrangência;
Estudos geotécnicos complementares;

4 - CROQUI

5 - FOTOGRAFIAS

ATIVIDADES TÉCNICAS AMBIENTAIS

Técnicas de Recuperação Ambiental

As soluções a serem adotadas são definidas em função de muitos fatores: características geológicas, relevo, declividade, tipos de solos, pluviosidade, cobertura vegetal, sistemas de drenagem e dimensões específicas de cada um desses casos. Esses fatores são avaliados considerando também os recursos financeiros e o caráter emergencial da intervenção.

Estruturas de Contenção em Atividades de Terraplenagem

a) Retaludamento

O retaludamento é indicado após estudos geotécnicos que viabilizem sua execução. Essa análise compreende:

- Redução da inclinação do talude original: remoção de parte do material do talude original para permitir a alteração no estado das tensões em ação no maciço;
- Criação de banquetas: redução da altura do talude original, proporcionando melhoria na estabilidade. A implantação de drenagem e de proteção superficial é fundamental nas obras de retaludamento, pois reduzem a infiltração no terreno e conduzem as águas de superfície a dispositivos adequados à sua dissipação.

b) Aterro - Berma

Essa solução consiste no confinamento da superfície de ruptura pela execução de aterro na base do escorregamento de acordo com as seguintes etapas construtivas:

- Por meio da execução de degraus, realiza-se o preparo da superfície de contato entre o talude original e o aterro de sustentação;
- Execução de colchão drenante na área da base do aterro;
- Execução do aterro de acordo com as especificações de serviço;
- Implantação de drenagem superficial;
- Proteção superficial.

c) Execução e Estabilização de Bota-Foras

A prática comum de execução de bota-foras tem sido a de transportar os excessos de material até a boca dos cortes ou pouco além. Isso é feito depositando-o, muitas vezes, sobre talvegues, sem qualquer compactação. A erosão do material depositado é naturalmente rápida, levando ao assoreamento da rede de drenagem. Além disso, a rede perde a capacidade de vazão, reduzindo o potencial do uso de várzeas assoreadas por solo mineral, matando a vegetação existente, assoreando mananciais e até impedindo a sobrevivência de algumas espécies aquáticas. Ao mesmo tempo, cria-se condições para a proliferação de mosquitos e de outras espécies indesejáveis.

Recomenda-se que, no caso de excesso de material, sejam projetados alargamentos de aterros, reduzindo, por exemplo, a inclinação dos taludes. Também se recomenda até mesmo a construção de plataformas contínuas à estrada para que sirvam como áreas de estacionamento e de descanso para os usuários. No caso de bota-fora com materiais de terceira categoria (rochosos), seu uso é possível e até mesmo desejável como dissipadores de energia nas áreas de descarga dos sistemas de drenagem.

A seguir, são apresentadas recomendações para execução de bota-foras que devem ser utilizadas ou adaptadas de acordo com a situação encontrada:

- No entorno da linha de "off-set" do bota-fora, deverá ser construído um aterro-barreira com material compactado de acordo com as especificações de serviço;
- Nas proximidades de cursos d'água, deve-se proteger com aterro-barreira e enrocamento;
- Se necessário, deve-se implantar um colchão drenante entre o bota-fora e o terreno natural;
- É necessário executar drenagem entre a saia e a crista do bota-fora;
- Deve-se implantar sistema de drenagem superficial (canaletas, descidas d'água, etc);
- Realizar um processo de recuperação da vegetação de toda a superfície do bota-fora.

d) Enrocamento

Os enrocamentos podem ser aplicados em duas circunstâncias:

1) Enrocamentos de pedras de mão arrumadas, implantados com o objetivo de dissipar águas provenientes dos sistemas de drenagem superficial e profunda da rodovia. O diâmetro da pedra de mão utilizada será definido pelo projeto em função da velocidade da água e da inclinação do dispositivo drenante, devendo se situar na faixa de 10 a 15cm. Os procedimentos são:

- Escavação manual ou mecânica do terreno na extremidade de jusante do dispositivo, cujo fluxo deverá ter sua energia dissipada atendendo às dimensões de projeto.

VII

- Compactação manual ou mecânica da superfície resultante após escavação.
- Preenchimento da escavação com pedra de mão arrumada, executando de modo a sobrar o menor número de vazios possível. É preciso evitar sempre escavações excessivas que exijam depois complementação com solo local, já que isso gera possíveis pontos de erosão.

2) Camada formada por pedras jogadas com objetivo de proteger maciços terrosos da ação das águas.

e) Aterro Reforçado com Geotêxtil.
O maciço formado pela integração do solo e mantas geotêxteis funciona como uma estrutura de contenção. Caberá então às mantas internas confinar o solo (isolando as diversas camadas) e resistir aos trabalhos de tração no maciço. A face externa do talude recomposto deve ser protegida para evitar a ação do intemperismo no geotêxtil.

f) Terra Armada
Esse processo é utilizado para composição ou recomposição de aterro por meio da introdução no corpo do maciço de materiais com maior resistência. Esses materiais, quando solicitados, trabalham em conjunto com o solo compactado.

Os três componentes principais da "terra armada" são:

- Solo - envolve as armaduras e ocupa um espaço chamado "maciço em terra armada";
- "Pele"(geralmente vertical) - é o parâmetro externo. É constituída por placas rígidas de concreto armado;
- Armaduras - elementos lineares e flexíveis que trabalham por tração e são fixadas às "peles" por parafusos. Normalmente, as armaduras são feitas de aço de galvanização especial.

g) Rip-Rap
Solo Cimento Ensacado pode ser indicado com as seguintes funções:

- Como preenchimento (obturação) de cavidades em taludes;
- Na forma de muros de peso para conter maciços em movimento;
- Na função de muro de espera quando utilizado para contenção de solos carreados, impedindo a instalação de assoreamentos.

Para a sua execução, acondiciona-se o solo, misturado no local com dosagens pré-estabelecidas de cimento (geralmente 5% de cimento, em volume), em sacos de aniagem ou geossintéticos. Essa mistura se solidifica (cura) em curto período de tempo, transformando-se em um maciço compacto de alta resistência ao intemperismo com baixo custo, tanto executivo como de manutenção.

h) Gabiões
Os gabiões são utilizados para proteção superficial de encostas como proteção de margens de rios e também como muros de peso. São estruturas drenadas e relativamente deformáveis, o que permite o seu uso no caso de fundações que apresentam deformações maiores. Devido à sua simplicidade construtiva, os muros de gabiões vêm sendo muito utilizados como contenção de aterros e de encostas em obras de menor porte.

Para aumentar a vida útil, devem ser tomados cuidados especiais com o objetivo de evitar a corrosão dos arames que formam as "gaiolas" ou sua degradação em ambientes agressivos. Isso se faz por meio do revestimento dos fios de arame com PVC ou do processo de revestir de argamassa a superfície externa.

Os gabiões dividem-se em três tipos:

- Gabiões Saco: são constituídos por uma única tela de rede que forma um cilindro, aberto em uma extremidade (tipo saco) ou do lado (tipo bolsa);
- Colchões Reno: gabiões cuja característica é a reduzida espessura (0,17m x 0,23m ou 0,30m). São formados por uma rede metálica de malha hexagonal que, geralmente, tem malhas menores do que aquela utilizada na fabricação dos gabiões;
- Gabiões Caixa: são elementos com a forma de prisma retangular constituídos por uma rede metálica de malha hexagonal.

i) Muro de Peso
Este é um sistema de contenção que pode ser configurado de diversas formas, dentre elas: em fogueira, em pedra argamassada e em concreto ciclópico.

j) Muro de Peso em Fogueira
Trata-se de um sistema de peças de concreto armado disposto de modo a formar uma estrutura do tipo "fogueira", cujo interior é preenchido por blocos de rocha, seixos de maiores dimensões e solos (aterro interno). Necessita de reaterro na área a montante, sendo indicado para construção ou recuperação de maciços em encostas.

l) Muro de Peso de Pedra Argamassada

Consiste em pedras colocadas manualmente, cujos vazios são preenchidos com argamassa de cimento e areia. A estrutura formada por pedras de dimensões variadas confere rigidez ao muro. Aconselha-se seu uso para contenção de taludes de até 3m.

m) Muro de Peso de Concreto Ciclópico

Sua execução consiste no preenchimento de uma forma por concreto e blocos de rocha (normalmente produto da britagem primária). Podem ser utilizados em taludes com alturas maiores do que 3m.

n) Cortinas Cravadas

Essa estrutura de contenção é utilizada em obras provisórias ou emergenciais, podendo ser contínua, compondo estruturas planas ou curvas, formadas por estacas-pranchas cravadas verticalmente ao terreno. No caso de estruturas descontínuas, as estacas são cravadas distantes entre si, sendo esse espaço preenchido por painéis de concreto armado.

o) Muros de Concreto Armado

Esse tipo de obra está associado tanto à execução como à recuperação de cortes e aterros. Sua estabilidade é resultado do seu peso próprio e da massa contígua de solo, que funciona como elemento da estrutura de arrimo. O muro de flexão simples é composto de uma laje horizontal (ou de fundo) e outra vertical, que trabalham engatadas. Em função da altura da obra, torna-se necessária a construção de nervuras ou contrafortes de dois tipos: de tração, no caso de laje de fundo interna (sob o aterro), ou de compressão, no caso de laje externa.

p) Cortinas Atirantadas

Compreende a execução de paramentos verticais de concreto armado, ancorados na área resistente do maciço. Isso é feito por meio de tirantes protendidos, podendo ser constituído de placas isoladas por tirante, placas para dois ou mais tirantes ou uma única cortina abrangendo todos os tirantes. No caso de contenção de cortes, a execução é feita a partir do topo, executando-se a obra por patamares, sendo que um patamar somente é iniciado quando o anterior (em cota mais elevada) já está com as placas executadas e os tirantes protendidos, seja total ou parcialmente.

No caso de contenção de aterros em encostas, o processo construtivo tem sequência inversa: inicia-se de baixo para cima com a execução das placas de protensão dos tirantes à medida que o aterro vai sendo executado. O uso de estruturas de contenção atirantadas exige uma única premissa básica: a presença de horizontes resistentes e estáveis para ancoragem dos tirantes em profundidades compatíveis. Em tese, esse procedimento pode ser utilizado em qualquer situação geométrica com quaisquer materiais e condições hidrológicas.

q) Estacas Raiz

As Estacas Raiz – também chamadas Microstacas – compreendem sistemas reticulados, perfurados, armados e injetados sob pressão no solo do próprio local, o que proporciona elevada aderência da estaca. Esses sistemas foram utilizados pela primeira vez no Brasil na década de 70, na Rodovia dos Imigrantes. Até hoje não há registro de algum caso de rompimento ou de mau funcionamento em áreas estabilizadas por esse processo.

r) Impermeabilização Asfáltica

É um processo que apresenta bastante eficiência na proteção superficial de taludes contra erosão e infiltrações, consistindo na aplicação de camada de asfalto diluído (emulsão ou a quente) por rega ou, preferencialmente, por aspersão. Como inconvenientes, apresenta pouca resistência à insolação e péssimo aspecto visual, devendo ser evitado em locais onde se deseja manter ou recompor a harmonia paisagística.

s) Pano de Pedra

Esse procedimento é indicado para proteção superficial de taludes sujeitos à erosão e consiste no revestimento da superfície com blocos de rocha talhados para esse fim. Isso é feito para se conseguir a maior aderência entre a manta de pedra e o solo do talude.

t) Rede Guarda-Pedras

Consiste na utilização de tela metálica fixada à superfície do talude por meio de chumbadores. Isso é feito em locais onde existe a possibilidade de queda de pequenos blocos de rocha, a qual provoca o descalçamento e a instabilização das áreas sobrejacentes. A tela deve estar protegida contra corrosão, principalmente quando instalada em meio agressivo. Para tanto, é comum o emprego de telas com fios galvanizados ou, mais recentemente, envoltos por capas plásticas.

u) Aplicação de Argamassa Jateada e Tela Tipo "Gunita"

Essa solução tem custo elevado, pois utiliza tela metálica para sustentação da argamassa, composta por uma mistura de areia, cimento e pedrisco. A mistura

é jateada por bombas na superfície a ser protegida, resultando em uma espessura média de 4cm. A tela metálica é fixada no talude por chumbadores e pinçadores antes do lançamento da argamassa.

Atividades de Proteção Vegetal

A proteção vegetal consiste na utilização de vegetais diversos com o fim de preservar taludes, áreas de empréstimos, banquetas, descidas d'água, sarjetas, jazidas utilizadas para obtenção de materiais de construção e outras áreas que tenham sofrido alterações na sua cobertura vegetal, dando-lhes condições de resistência contra erosão. Qualquer que seja o processo de proteção vegetal, é indispensável que a área esteja drenada. Em geral, os serviços de revegetação compreendem:

- Aplicação de Leivas (placas): nos casos de facilidade de aquisição, proximidade do canteiro de serviço e de cobertura de terrenos friáveis, não consolidados;
- Aplicação da Semeadura: manual, via coveamento ou hidrossemeadura em qualquer tipo de terreno, desde que devidamente preparado;
- Arborização: plantio de árvores, arbustos e deve ser executado visando ao controle da erosão, à consolidação de áreas exploradas e do corpo estradal, ao sombreamento de descanso e à recreação. Outras finalidades também consistem na integração paisagística de áreas as quais são objeto de intervenções decorrentes de obras rodoviárias e da própria rodovia na natureza que a cerca;
- A revegetação também se aplica às situações onde ocorrem pequenas rupturas e escorregamentos. Podem ser reabilitadas pela remoção do material rompido e pela implantação de pequenas estruturas de contenção, revegetadas com gramíneas, leguminosas e arbustivas, conforme demonstrado nas soluções a seguir:

a) Plantio em Mantas Contínuas
Esse método é indicado para taludes suaves e curtos, onde a ação das águas não se faz sentir com intensidade. Compreende os seguintes componentes construtivos:

- Cordão de sustentação (gravetos);
- Estacas de sustentação;
- Superfície escarificada do talude;
- Gramínea;
- Manta de solo orgânico e gravetos.

b) Plantio em Canteiros Escalonados
Variação do item anterior. Esse processo garante a sustentação do plantio em taludes mais longos e com inclinação acentuada, pois evita concentração (escoamento das águas superficiais por grandes extensões/áreas). Compreende os seguintes componentes construtivos:

- Cordão de sustentação (gravetos);
- Estacas de sustentação;
- Superfície escarificada do talude;
- Solo orgânico;
- Gramínea.

c) Plantio Consorciado a Rip-Rap para Reconformação de Taludes
Este método é recomendado para recuperação de taludes sob a ação de erosão superficial, com presença de umidade do solo. Consiste no plantio de vegetação com raízes profundas nas faixas de solo entre os blocos componentes do rip-rap.

Exploração de Materiais de Construção

A exploração de materiais de construção (areia, solos, seixo, rocha) tem causado consideráveis perdas ao meio ambiente em consequência da lavra sem planejamento e da ausência de recuperação das áreas. Esses descuidos provocam a instalação de processos erosivos, assoreamento de cursos d'água e perda de solos agricultáveis.

A exploração dessas áreas costuma exigir o desmatamento e a remoção do solo orgânico de extensas áreas, tornando-as inaptas a qualquer uso se não forem tomadas medidas visando à sua recuperação. Normalmente, o espalhamento da camada vegetal (se for reservada à época da remoção) e o plantio de mudas de árvores ou de arbustos podem reverter o processo de degradação. Deve-se registrar que os solos expostos pela exploração estão sujeitos à incidência direta das águas pluviais, tornando-se altamente suscetíveis à erosão e às suas consequências. Por sua vez, as escavações para retirada do material criam lagos que, se não forem drenados, provocarão as mesmas consequências daqueles criados pelas caixas de empréstimo.

A extração de areia ao longo de cursos d'água é uma atividade da construção rodoviária que não causa tantos estragos se comparada às demais. Isso se deve, principalmente, ao baixo consumo relativo na construção rodoviária. Entretanto, a exploração deve ser feita de modo a evitar a formação de depressões em áreas espraiadas e desmates além do necessário, considerando que essas áreas encontram-se em APP.

VII

Como premissa, o DER/MG exige que todas essas áreas de exploração estejam devidamente licenciadas junto aos órgãos competentes.

a) Recuperação de jazidas e empréstimos

A exploração de jazidas e empréstimos deve ser direcionada visando à preparação do terreno de modo a facilitar a implantação da cobertura vegetal após o término das atividades. Para tal, devem ser observadas as seguintes etapas:

Início dos Trabalhos

- Área natural;
- Supressão vegetal, remoção e armazenamento do top-soil.

Durante a execução dos serviços de desmatamento e limpeza do terreno, deve ser providenciada a estocagem do solo orgânico em áreas livres da ação das águas pluviais.

Durante as Escavações

- Exploração: deve ser organizada de forma a evitar carreamento e assoreamento nas áreas circunvizinhas. Isso deve ser feito pela implantação de um sistema de drenagem superficial provisória, como também pela execução de taludes íngremes, passíveis de escorregamentos e formação de depressões no terreno que, no futuro, possam servir como depósito de águas;
- Regularização da Área: a superfície da área deverá ser escarificada, gradeada para homogeneização dos solos e reconformada. Os sistemas definitivos de drenagem previstos devem ser implantados. Deve haver a reincorporação do material orgânico, previamente estocado à superfície resultante das atividades exploratórias.

Final dos Trabalhos

- Semeadura;
- Plantios;
- Irrigação;
- Adubação;
- Controle de formigas.

O plantio das espécies vegetais deve ser feito no início da estação chuvosa. Esse período de tempo deve ser suficiente para sua fixação ao solo. Caso o período entre o plantio e o início das chuvas seja superior ao necessário, será indispensável a irrigação constante das áreas trabalhadas.

A adubação, a correção e a aplicação dos demais insumos nas áreas de trabalho deverão ser objetos de controle rigoroso. Isso tanto no que diz respeito à qualidade dos materiais quanto no que se refere às quantidades e aos processos de trabalho empregados, obedecendo às quantidades previstas no projeto.

Quanto ao controle e ao combate às formigas, quatro meses após o plantio, será feita mais uma vistoria em busca do ataque de formigas cortadeiras. A primeira vistoria será feita durante os plantios. Serão utilizadas iscas granuladas nos carregadores e formicida em pó nos olheiros. A aplicação será manual, com equipamento adequado para cada tipo de aplicação.

Área recuperada

Os trabalhos de acompanhamento de manutenção das áreas reabilitadas serão desenvolvidos por um período mínimo de seis meses, sendo:

- **Avaliação e controle de pragas e doenças:** como o plantio de plantas nativas nessa região é um procedimento inédito, não se pode prever como as populações de insetos irão responder ao plantio dessas espécies. Sugerimos, portanto, o monitoramento do crescimento das plantas, que deve ser realizado uma vez por mês, para que seja possível observar os danos causados na vegetação por insetos, detectando, assim, espécies com potencial para se tornarem pragas;
- **Replantios:** as mudas ou as estacas plantadas devem ser substituídas, em caso de perda, após 30 dias. A substituição é feita após uma vistoria em busca das causas das perdas;
- **Controle de erosão:** todas as áreas trabalhadas devem ser monitoradas quanto à erosão para evitar que o os serviços executados sejam perdidos.

Esses trabalhos devem ser prolongados até que seja observada a boa formação do equilíbrio ambiental esperado.

São classificados como de "alto risco ambiental" a Recuperação de Pequenas e Grandes Erosões e Ravinamentos", em virtude de seu alto potencial de interferência no corpo estradal e nas áreas lindeiras.

Para o tratamento desses casos deverão ser regularizados os taludes da erosão. No leito, serão construídas pequenas barragens de pedra, que serão arrumadas para reter o carreamento de sólidos e reduzir a velocidade de enxurradas.

A quantidade e a altura das barragens serão estabelecidas de acordo com a extensão da área ocupada pela erosão, as quais deverão estar dispostas de modo que a parte superior da barragem de jusante fique acima do nível da parte inferior da barragem de montante.

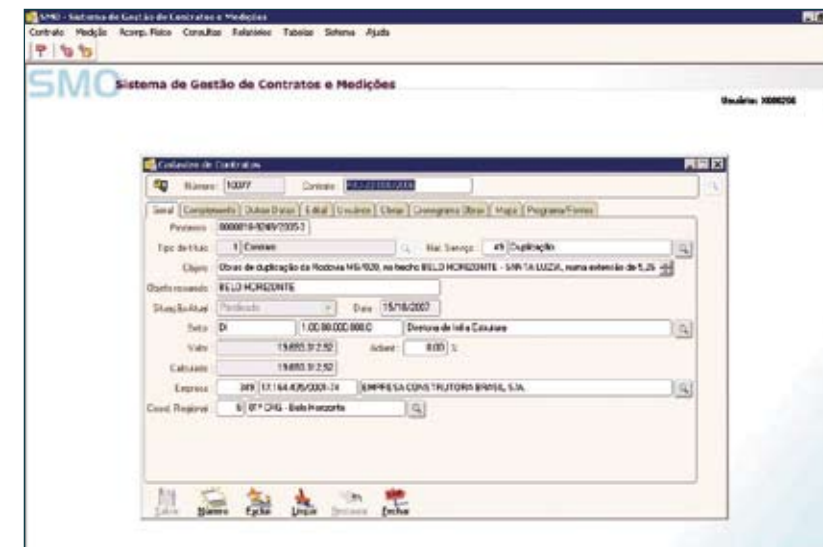
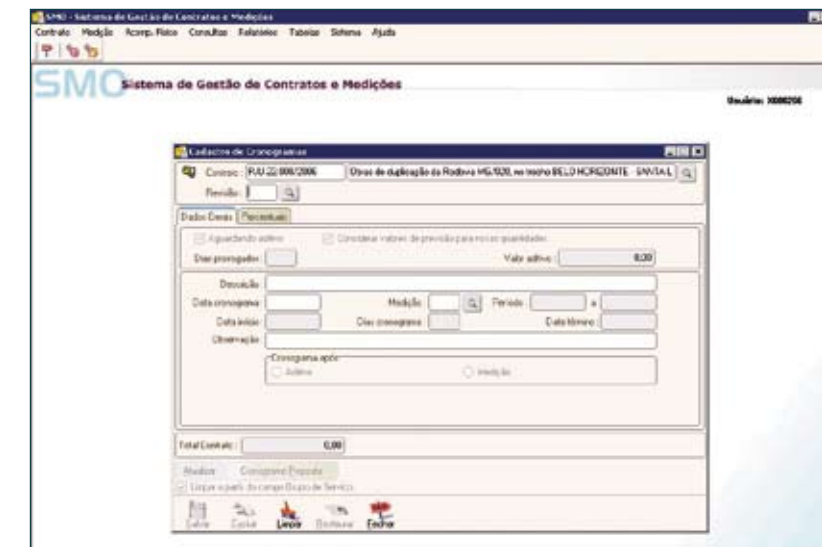
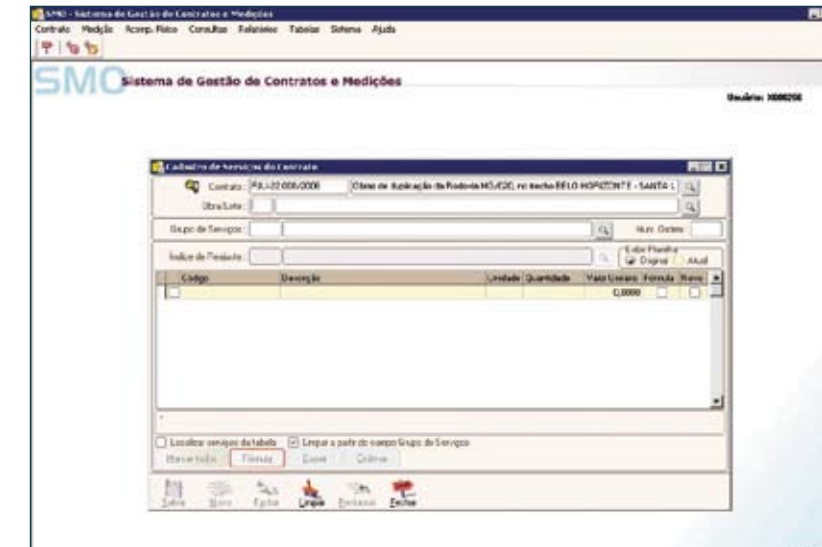
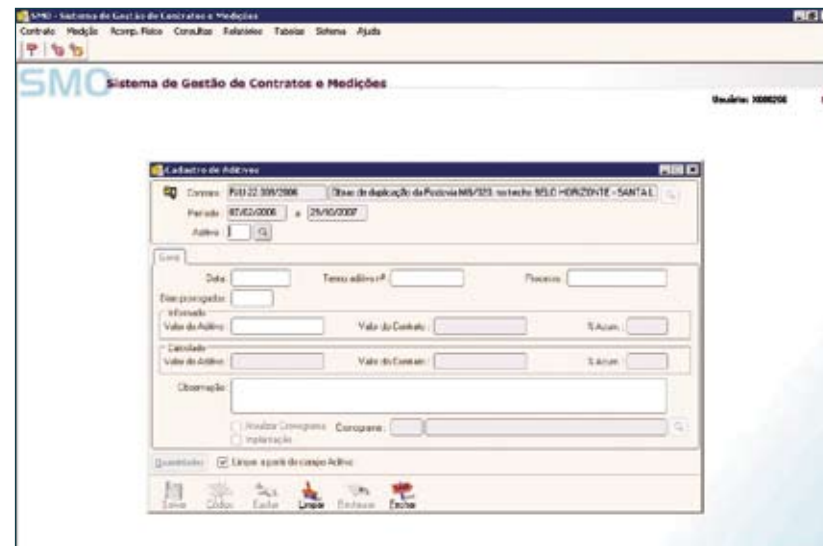
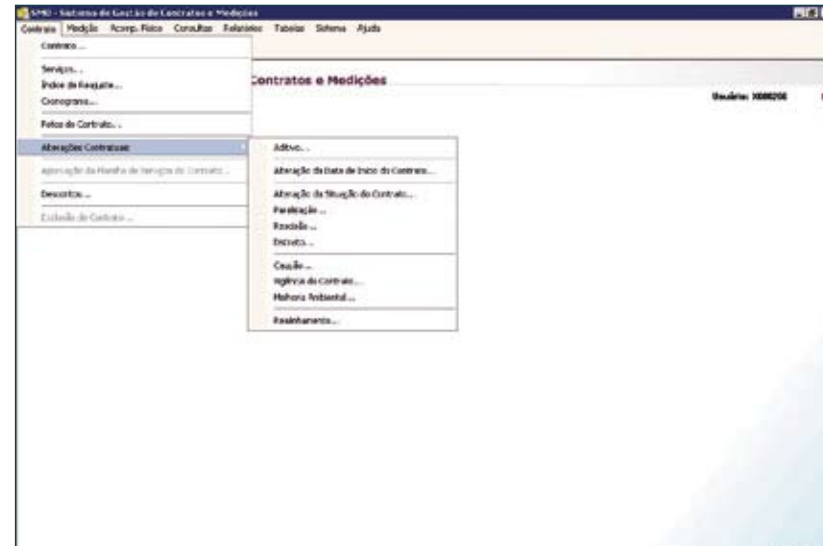
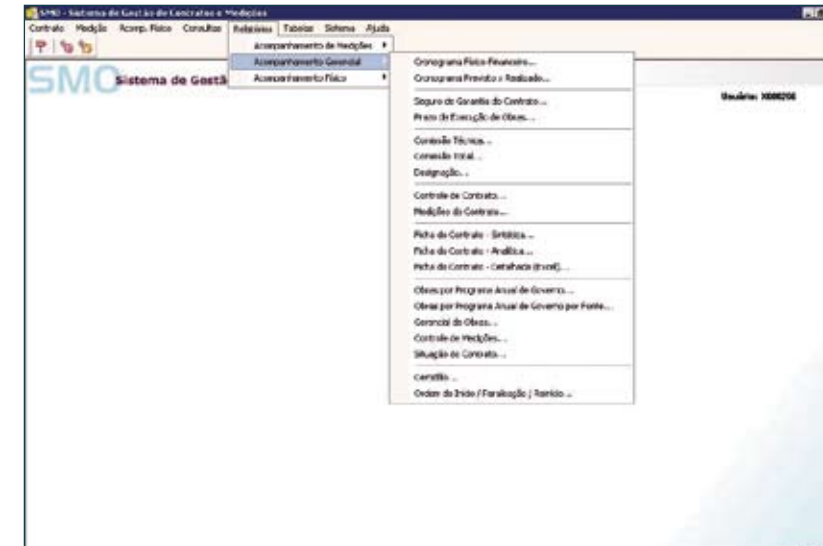
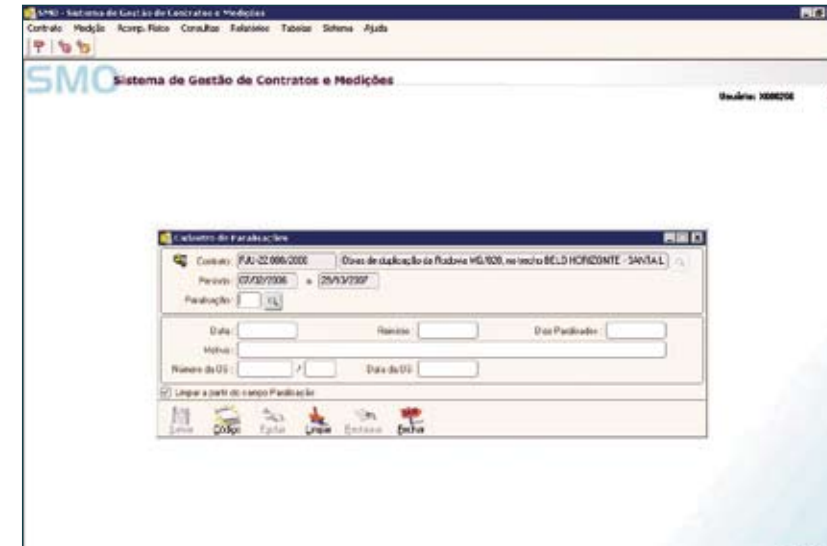
c) A Estrutura de Diques de Bambu tem por objetivo corrigir cavidades decorrentes de erosões em taludes. Isso é feito pela implantação de banquetas em degraus, compostas por solo (de preferência local), adubo, gramíneas e/ou arbustivas, dispostas em canteiros contidos por paredes de bambu, taquaras ou outros espécimes locais.

VII

O Engenheiro Fiscal e sua equipe devem medir os serviços que estão aprovados e executados de acordo com o contrato, o projeto e as características técnicas exigidas. Os serviços devem ser medidos de acordo com as unidades métricas previstas no contrato (planilha de quantidades e custos). As medições devem ser efetuadas juntamente com a equipe da empresa contratada de maneira a evitar dúvidas ou diferentes interpretações.

Deve-se observar também os prazos de entrega estabelecidos pela direção superior do Órgão. Recomenda-se à Equipe de Fiscalização que se efetue um controle comparativo dos serviços projetados / contratados com os serviços executados. Isso será feito de maneira a obter o acompanhamento das divergências e discrepâncias dos itens de planilha.

As unidades de medidas de cada item devem estar de acordo com a planilha de serviços e com os preços de cada obra. Os serviços de medição devem se adequar ao Sistema de Medição do DER-MG – SMO e ao contrato estabelecido com o Contratado.

Tela de login do SMO

Telas do SMO

Telas do SMO

Telas do SMO

Entrega da obra

A entrega da obra deve ser efetuada por uma comissão formada por membros do Órgão e da empresa contratada, mediante uma inspeção visual de todo o trecho.

Eventuais correções de serviços constatados devem ser providenciadas pela contratada para uma nova inspeção definida para diante.

No prazo de até 5 anos, o Coordenador Regional, com jurisdição naquela obra, fará inspeções e relatórios periódicos, especialmente quando forem verificados defeitos na via. Esses relatórios devem ser encaminhados à Diretoria de Infraestrutura do DER/MG para apurar as causas e as responsabilidades.

SOBRE ESTE MANUAL

O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de oferecer uma referência útil sobre a **Fiscalização de Obras em Vias Rurais**. Outros temas estão sendo produzidos para que os nossos profissionais possam contar com esse tipo de suporte técnico, resultado de estudos e de experiência prática de especialistas de diversos setores.

Caso você tenha comentários ou sugestões, basta entrar em contato com:

....

....

....